



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Química e Ingeniería Química

Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial

Caracterización sensorial de salsa a base de *Pleurotus ostreatus*, cultivados en mazorcas de cacao (*Theobroma cacao* L.)

TESIS

Para optar el Título Profesional de Ingeniera Agroindustrial

AUTOR

María Alicia HUAMÁN LLAJA

Karen HURTADO DE MENDOZA MERINO

ASESOR

Mg. Noemí BRAVO ARANIBAR

Lima, Perú

2015



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Huamán, M. & Hurtado, K. (2015). *Caracterización sensorial de salsa a base de Pleurotus ostreatus, cultivados en mazorcas de cacao (Theobroma cacao L.)*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Química e Ingeniería Química, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

FACULTAD DE QUÍMICA E INGENIERÍA QUÍMICA

Central: 619 7000 anexos 1202, 1205, 1234 Telefax: 1209, 1218
Ciudad Universitaria – Calle Germán Amezcua N° 375 – Lima 1

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

A C T A DE TITULACION POR TESIS

Los suscritos Miembros del Jurado nombrados por la Dirección de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial, bajo la Presidencia del **Ph.D. WALDIR DESIDERIO ESTELA ESCALANTE** (Presidente), el **Ing. ALEX SAMUEL SILVA BAIGORRIA** (Miembro) y la **Mg.Sc. NOEMÍ BRAVO ARANIBAR** (Asesora), habiendo presentado para el efecto la **TESIS**, titulada "**CARACTERIZACIÓN SENSORIAL DE SALSA A BASE DE *Pleurotus ostreatus*, CULTIVADOS EN MAZORCAS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.)**", después de **SUSTENTADA Y APROBADA LA TESIS** elaborada por la Bachiller en Ingeniería Agroindustrial: **MARÍA ALICIA HUAMÁN LLAJA**; para optar el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA AGROINDUSTRIAL**, acordando calificarla con la **NOTA** de:

Diecinueve
(LETRAS)

19
(NÚMEROS)

Ciudad Universitaria, 10 de noviembre del 2015

Ph.D. WALDIR DESIDERIO ESTELA ESCALANTE
PRESIDENTE

Ing. ALEX SAMUEL SILVA BAIGORRIA
MIEMBRO

Mg. Sc. NOEMÍ BRAVO ARANIBAR
ASESORA

Ing. MIGUEL EDGARDO TORRES ASCARIZ
DIRECTOR (e) DE LA EAP DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL





UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

FACULTAD DE QUÍMICA E INGENIERÍA QUÍMICA

Central: 619 7000 anexos 1202, 1205, 1234 Telefax: 1209, 1218
Ciudad Universitaria – Calle Germán Amezcua N° 375 – Lima 1

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

A C T A DE TITULACION POR TESIS

Los suscritos Miembros del Jurado nombrados por la Dirección de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial, bajo la Presidencia del **Ph.D. WALDIR DESIDERIO ESTELA ESCALANTE** (Presidente), el **Ing. ALEX SAMUEL SILVA BAIGORRIA** (Miembro) y la **Mg.Sc. NOEMÍ BRAVO ARANIBAR** (Asesora), habiendo presentado para el efecto la **TESIS**, titulada "**CARACTERIZACIÓN SENSORIAL DE SALSA A BASE DE *Pleurotus ostreatus*, CULTIVADOS EN MAZORCAS DE CACAO (*Theobroma cacao L.*)**".. después de **SUSTENTADA Y APROBADA LA TESIS** elaborada por la Bachiller en Ingeniería Agroindustrial: **KAREN HURTADO DE MENDOZA MERINO**; para optar el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA AGROINDUSTRIAL**, acordando calificarla con la **NOTA** de:

..... *Diez y nueve*
(LETRAS)

..... 19
(NÚMEROS)

Ciudad Universitaria, 10 de noviembre del 2015


Ph.D. WALDIR DESIDERIO ESTELA ESCALANTE
PRESIDENTE


Ing. ALEX SAMUEL SILVA BAIGORRIA
MIEMBRO


Mg.Sc. NOEMÍ BRAVO ARANIBAR
ASESORA


Ing. MIGUEL EDGARDO VERA VASQUEZ
DIRECTOR (e) DE LA EAP DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



DEDICATORIA

Cuando Alicia (*Alicia en el país de las maravillas de Lewis Carroll*)
le pregunta al gato de Cheshire,
“Me decí, por favor, ¿Qué camino debo seguir a partir de aquí?”
Sin saber muy bien a dónde quiere llegar (Alicia quiere llegar a cualquier lado, no importa
dónde), el gato le responde que con seguridad llegará a cualquier lado
siempre y cuando camine lo suficiente.

Yo (*la otra Alicia*), escogí **el camino de la verdad**.
A aquél que me ciñe de poder, y quien hace perfecto mi camino...
A aquél que una vez me dijo: Esfuérzate y se valiente, no temas ni desmayes; porque Yo
estaré contigo a dondequiera que vayas... y me salvo la vida.
A aquél que sustenta mis pasos en sus caminos, para que mis pies no resbalen.
A aquél que me dice: Confía en mí; y yo haré.

Es a ti, mi **Dios**, a quien dedico este momento tan especial de mi existencia.

Alicia

Al Rey de reyes y Señor de señores
cada paso, cada meta, es por Ti y para Ti.
A mi madre y amiga, Judith G. Merino Vergaray.
A Diego, Angel y Omar, mis compañeros de hogar,
A mi familia, en especial
A Gabrielita, con el anhelo de que algún día sea yo quien lea su tesis.

Karen

Que su sabiduría nos guíe hasta que las estrellas caigan de los cielos...

AGRADECIMIENTOS

A nuestro Capitán, ¿Qué podríamos hacer sin ti?

Cuando las fuerzas se agotaron nos recordaste que sostenías nuestras manos,

Todo el tiempo a nuestro lado...

A nuestra asesora, la Mg. Sc. Noemí Bravo Aranibar, por su desinteresado apoyo, sus sabios consejos y toda su paciencia durante el largo camino recorrido. Gracias por su admirable dedicación.

Al Ing. Alex Samuel Silva Baigorria, por todas las veces que nos ayudó y contribuyó con el mejoramiento de este proyecto, además de su sincera amistad.

Al Ph.D. Waldir Estela Escalante, por sus valiosos aportes para la culminación de estas páginas.

Al Dr. Reynaldo J. Silva Paz, por el gran apoyo brindado, por las veces que esclareció nuestras dudas, su inagotable paciencia y original forma de enseñarnos a pesar de la distancia.

A la Mg. Sc. Norma Salas de la Torre, por motivarnos a realizar un proyecto de investigación e incentivarnos a cultivar los hongos comestibles *Pleurotus ostreatus*.

A la Mg. Sc. Miriam Estela Memenza Zegarra, por todos sus consejos durante la primera etapa del proyecto.

A la E.A.P de Ing. Agroindustrial (UNMSM), por haber sido nuestro centro de formación profesional y por el apoyo incondicional de su competente equipo durante la elaboración de este proyecto, a través de su representante el **Ing. Miguel Vera**.

A nuestros padres Asunta y Eusebio (Alicia) y Judith (Karen), quienes pacientemente nos apoyaron en todo este proceso, demostrándonos su amor incondicional.

Nuestra eterna gratitud.

A la familia Merino, en especial a **Edmundo, Walter y Jorge,** quienes sin importar el clima estuvieron dispuestos a recolectar y enviarnos materia prima; y a **Lupe,** quien amablemente nos ayudó de diferentes maneras.

A nuestros hermanos Diana, Diego, Angel y Omar, por su amor y ayuda en los momentos difíciles.

A nuestros amigos, quienes nos apoyaron gentilmente.

Muchas gracias...

El fin de esta historia y el principio de todas las demás...

“Bendito el varón que confía en Jehová, y cuya confianza es Jehová.

Porque será como el árbol plantado junto a las aguas,

que junto a la corriente echará sus raíces,

y no verá cuando viene el calor, sino su hoja estará verde;

y en año de sequía no se fatigará ni dejará de dar fruto.”

Jeremías. 17:7-8



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

FACULTAD DE QUÍMICA E INGENIERÍA QUÍMICA

Central: 619 7000 anexos 1202, 1205, 1234 Telefax: 1209, 1218
Ciudad Universitaria – Calle Germán Amezaga N° 375 – Lima 1

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL


"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

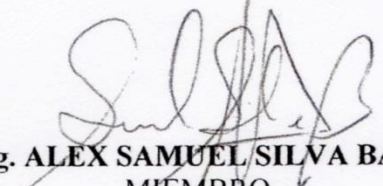
A C T A DE TITULACION POR TESIS

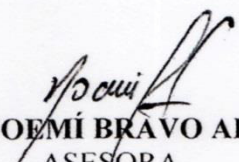
Los suscritos Miembros del Jurado nombrados por la Dirección de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial, bajo la Presidencia del **Ph.D. WALDIR DESIDERIO ESTELA ESCALANTE** (Presidente), el **Ing. ALEX SAMUEL SILVA BAIGORRIA** (Miembro) y la **Mg.Sc. NOEMÍ BRAVO ARANIBAR** (Asesora), habiendo presentado para el efecto la **TESIS**, titulada "**CARACTERIZACIÓN SENSORIAL DE SALSA A BASE DE *Pleurotus ostreatus*, CULTIVADOS EN MAZORCAS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.)**", después de **SUSTENTADA Y APROBADA LA TESIS** elaborada por la Bachiller en Ingeniería Agroindustrial: **MARÍA ALICIA HUAMÁN LLAJA**; para optar el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA AGROINDUSTRIAL**, acordando calificarla con la **NOTA** de:

..... <i>Diecinueve</i> <i>19</i>
(LETRAS)	(NÚMEROS)

Ciudad Universitaria, 10 de noviembre del 2015


Ph.D. WALDIR DESIDERIO ESTELA ESCALANTE
PRESIDENTE


Ing. ALEX SAMUEL SILVA BAIGORRIA
MIEMBRO


Mg. Sc. NOEMÍ BRAVO ARANIBAR
ASESORA


Ing. MIGUEL EDGARDO VERA VÁSQUEZ
DIRECTOR (e) DE LA EAP DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL





UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

FACULTAD DE QUÍMICA E INGENIERÍA QUÍMICA

Central: 619 7000 anexos 1202, 1205, 1234 Telefax: 1209, 1218
Ciudad Universitaria – Calle Germán Amezaga N° 375 – Lima 1

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

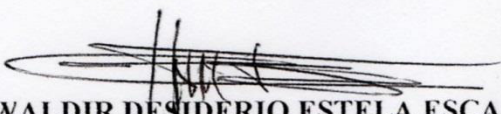
A C T A DE TITULACION POR TESIS

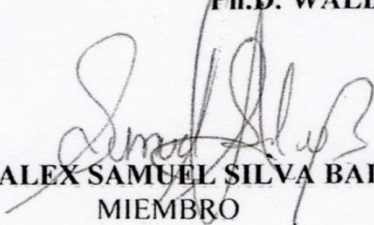
Los suscritos Miembros del Jurado nombrados por la Dirección de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial, bajo la Presidencia del **Ph.D. WALDIR DESIDERIO ESTELA ESCALANTE** (Presidente), el **Ing. ALEX SAMUEL SILVA BAIGORRIA** (Miembro) y la **Mg.Sc. NOEMÍ BRAVO ARANIBAR** (Asesora), habiendo presentado para el efecto la **TESIS**, titulada "**CARACTERIZACIÓN SENSORIAL DE SALSA A BASE DE *Pleurotus ostreatus*, CULTIVADOS EN MAZORCAS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.)**", después de **SUSTENTADA Y APROBADA LA TESIS** elaborada por la Bachiller en Ingeniería Agroindustrial: **KAREN HURTADO DE MENDOZA MERINO**; para optar el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA AGROINDUSTRIAL**, acordando calificarla con la **NOTA** de:

..... *Diecimueve*
(LETRAS)


..... 19
(NÚMEROS)

Ciudad Universitaria, 10 de noviembre del 2015


Ph.D. WALDIR DESIDERIO ESTELA ESCALANTE
PRESIDENTE


Ing. ALEX SAMUEL SILVA BAIGORRIA
MIEMBRO


Mg.Sc. NOEMÍ BRAVO ARANIBAR
ASESORA


Ing. MIGUEL EDGARDO VERA
DIRECTOR (c) DE LA EAP DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



INDICE GENERAL

INDICE GENERAL	1
INDICE DE TABLAS	6
INDICE DE FIGURAS	8
INDICE DE ANEXOS	9
RESUMEN	10
I. INTRODUCCIÓN	11
II. FUNDAMENTO TEÓRICO	14
2.1 HONGOS <i>Pleurotus ostreatus</i>.....	14
2.1.1 GENERALIDADES DE LOS HONGOS.....	14
2.1.2 HONGOS COMESTIBLES Y SUS PRINCIPALES ESPECIES	16
2.1.3 HONGOS <i>Pleurotus ostreatus</i>	19
2.1.4 CLASIFICACION TAXONOMICA.....	20
2.1.5 MORFOLOGÍA.....	21
2.1.6 COMPOSICION QUÍMICA Y NUTRICIONAL	22
2.1.7 CULTIVO Y PRODUCCION	26
2.1.7.1 OBTENCIÓN DE LA CEPA MADRE	26
2.1.7.2 MULTIPLICACIÓN DEL MICELIO	26
2.1.7.3 ELABORACIÓN DE INÓCULO	27
2.1.7.4 OBTENCIÓN Y PREPARACIÓN DEL SUSTRATO.....	27
2.1.7.5 TRATAMIENTO TÉRMICO DEL SUSTRATO.....	29
2.1.7.6 INOCULACIÓN E INCUBACION DEL SUSTRATO	30
2.1.7.7 FRUCTIFICACIÓN.....	31
2.1.7.8 COSECHA	31
2.1.8 PLAGAS, CONTAMINANTES Y ENFERMEDADES.....	33
2.1.8.1 PLAGAS	33
2.1.8.2 CONTAMINANTES	34
2.1.8.3 ENFERMEDADES	34
2.1.9 CONSERVACION	35
2.2 CACAO	37
2.2.1 GENERALIDADES	37
2.2.2 CLASIFICACIÓN TAXONOMICA.....	41

2.2.3 VARIEDADES DE CACAO.....	41
2.2.3.1 CRIOLLO.....	42
2.2.3.2 FORASTERO	43
2.2.3.3 TRINITARIO	44
2.2.3.4 NUEVOS TIPOS MEJORADOS DE CACAO	44
2.2.3.5 VARIEDADES EN EL PERÚ	45
2.2.4 ENFERMEDADES	46
2.2.4.1 MONILIASIS DEL CACAO	46
2.2.4.2 ESCOBA DE BRUJA	47
2.2.4.3 MAZORCA NEGRA Y EL CHANCRO DEL TALLO	48
2.2.5 DISTRIBUCIÓN Y PRODUCCIÓN	48
2.2.5.1 DISTRIBUCIÓN Y PRODUCCIÓN MUNDIAL	48
2.2.5.2 DISTRIBUCIÓN Y PRODUCCIÓN EN PERÚ	49
2.2.6 COMPOSICIÓN DE LA MAZORCA DE CACAO	50
2.2.7 APROVECHAMIENTO DE LA MAZORCA DE CACAO	51
2.3 SALSAS	56
2.3.1 DEFINICIÓN.....	56
2.3.1.1 SALSAS CONDIMENTADAS	56
2.3.1.2 SALSA COMPUESTA	56
2.3.1.3 SALSA SIMPLE	56
2.3.2 CLASIFICACIÓN	57
2.3.2.1 PRODUCTOS ESTABLES	58
2.3.2.2 PRODUCTOS INESTABLES	58
2.3.2.3 PRODUCTOS REFRIGERADOS.....	58
2.3.3 PRINCIPALES INGREDIENTES UTILIZADOS EN LA PRODUCCIÓN DE SALSA A BASE DE <i>Pleurotus ostreatus</i>	58
2.3.3.1 MATERIA PRIMA	59
2.3.3.2 INGREDIENTES	59
2.3.4 PRODUCCIÓN DE SALSA A BASE DE <i>Pleurotus ostreatus</i>	70
2.3.4.1 RECEPCIÓN.....	70
2.3.4.2 SELECCIÓN	71
2.3.4.3 LAVADO	71
2.3.4.4 PICADO	72
2.3.4.5 ESCALDADO.....	72

2.3.4.6 MEZCLADO Y PRECOCCIÓN	72
2.3.4.7 ENVASADO	73
2.3.4.8 ESTERILIZADO	73
2.3.4.9 ETIQUETADO Y ALMACENADO	74
2.4 EVALUACIÓN SENSORIAL.....	75
2.4.1 GENERALIDADES	75
2.4.2 MÉTODOS DESCRIPTIVOS	76
2.4.3 PERFIL FLASH	77
III. MATERIALES Y MÉTODOS	78
3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN.....	78
3.2 MATERIA PRIMA	78
3.3 MATERIALES Y EQUIPOS	78
3.3.1 INÓCULO Y MEDIOS DE CULTIVO	78
3.3.2 REACTIVOS QUÍMICOS	78
3.3.3 MATERIAL DE VIDRIO Y AFINES.....	79
3.3.4 OTROS MATERIALES	79
3.3.5 INSUMOS	80
3.3.6 ADITIVOS.....	80
3.3.7 MATERIAL PARA EVALUACIÓN SENSORIAL	81
3.3.8 INSTRUMENTOS Y EQUIPOS	81
3.4 MÉTODOS DE ANÁLISIS	82
3.4.1 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y PROXIMAL DE LA MAZORCA DE CACAO	82
3.4.2 EVALUACIONES DE LA PRODUCCIÓN DE <i>Pleurotus ostreatus</i>	82
3.4.2.1 PESO FRESCO DE CARPÓFOROS (g/kg sustrato).....	82
3.4.2.2 EFICIENCIA BIOLÓGICA	82
3.4.2.3 RENDIMIENTO.....	82
3.4.3 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y PROXIMAL DEL <i>Pleurotus ostreatus</i>	83
3.4.4 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y PROXIMAL DE SALSA A BASE DE <i>Pleurotus ostreatus</i>	83
3.4.5 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE SALSA A BASE DE <i>Pleurotus ostreatus</i>	84
3.4.6 EVALUACIÓN SENSORIAL DE SALSA A BASE DE <i>Pleurotus ostreatus</i>	84
3.4.6.1 JUECES O EVALUADORES	84
3.4.6.2 MUESTRA O PRODUCTO	85

3.4.7 TRATAMIENTO DE LOS DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	85
3.5 METODOLOGIA EXPERIMENTAL	86
3.5.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y PROXIMAL DE LA MAZORCA DE CACAO.....	86
3.5.1.1 pH DEL SUSTRATO	86
3.5.1.2 HUMEDAD	86
3.5.1.3 CENIZAS	86
3.5.1.4 PROTEÍNA.....	87
3.5.1.5 GRASA TOTAL.....	88
3.5.1.6 FIBRA CRUDA	89
3.5.1.7 CARBOHIDRATOS	89
3.5.1.8 ENERGÍA TOTAL.....	90
3.5.2 CULTIVO Y PRODUCCIÓN DE <i>Pleurotus ostreatus</i>	90
3.5.2.1 OBTENCIÓN DE LA CEPA MADRE	91
3.5.2.2 MULTIPLICACIÓN DEL MICELIO	91
3.5.2.3 ELABORACIÓN DE INÓCULO	91
3.5.2.4 OBTENCIÓN Y PREPARACIÓN DEL SUSTRATO.....	92
3.5.2.5 TRATAMIENTO TÉRMICO DEL SUSTRATO.....	93
3.5.2.6 INOCULACIÓN E INCUBACIÓN DEL SUSTRATO	93
3.5.2.7 FRUCTIFICACIÓN.....	94
3.5.2.8 COSECHA	95
3.5.3 PRODUCCIÓN DE SALSA A BASE DE <i>Pleurotus ostreatus</i>	95
3.5.3.1 RECEPCIÓN.....	95
3.5.3.2 SELECCIÓN.....	95
3.5.3.3 LAVADO	96
3.5.3.4 PICADO	96
3.5.3.5 ESCALDADO.....	96
3.5.3.6 MEZCLADO Y PRECOCCIÓN	96
3.5.3.7 ENVASADO	97
3.5.3.8 ESTERILIZADO	98
3.5.3.9 ETIQUETADO Y ALMACENADO	98
3.5.4 CARACTERIZACIÓN SENSORIAL DE SALSA A BASE DE <i>Pleurotus ostreatus</i>	98
3.5.4.1 PROTOCOLO	99

3.5.4.2 SESIONES	99
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	101
4.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y PROXIMAL DE LA MAZORCA DE CACAO.....	101
4.2 EVALUACIONES DEL CULTIVO Y PRODUCCIÓN DE <i>Pleurotus ostreatus</i>	104
4.2.1 ANÁLISIS DEL PESO FRESCO DE CARPÓFOROS	104
4.2.2 ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA BIOLÓGICA	108
4.2.3 ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO.....	111
4.3 CARACTERIZACIÓN SENSORIAL DE CINCO FORMULACIONES DE SALSA A BASE DE <i>Pleurotus Ostreatus</i>	116
4.3.1 EVALUACIÓN DE LOS JUECES	116
4.3.2 EVALUACIÓN DE LOS ATRIBUTOS GENERADOS POR LOS JUECES	120
4.3.3 EVALUACIÓN DE LAS MUESTRAS O PRODUCTOS	122
V. CONCLUSIONES	131
VI. RECOMENDACIONES.....	132
VII. LISTA DE REFERENCIAS.....	133
VIII. ANEXOS.....	154

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Géneros a los cuales pertenecen las especies comestibles más comunes	17
Tabla 2: Especies más cultivadas en el mundo	17
Tabla 3: Composición química del <i>Pleurotus ostreatus</i>	24
Tabla 4: Composición del <i>Pleurotus ostreatus</i>	25
Tabla 5: Estadio de la infección de frutos	47
Tabla 6: Composición química de la mazorca de cacao, fresca	50
Tabla 7: Requisitos generales para salsas condimentadas	57
Tabla 8: Requisitos sensoriales de la leche en polvo	60
Tabla 9: Requisitos fisicoquímicos de la leche en polvo.....	61
Tabla 10: Requisitos fisicoquímicos del almidón modificado.....	62
Tabla 11: Requisitos sensoriales de la mostaza	64
Tabla 12: Requisitos fisicoquímicos de la mostaza.....	64
Tabla 13: Requisitos sensoriales de la cebolla en polvo	65
Tabla 14: Requisitos fisicoquímicos de la cebolla en polvo	65
Tabla 15: Requisitos sensoriales del ajo en polvo.....	66
Tabla 16: Requisitos fisicoquímicos del ajo en polvo	66
Tabla 17: Requisitos sensoriales del glutamato monosódico	68
Tabla 18: Requisitos fisicoquímicos del glutamato monosódico	68
Tabla 19: Diseño Experimental del cultivo y producción de <i>Pleurotus ostreatus</i>	90
Tabla 20: Diseño Experimental de la evaluación sensorial de salsa a base de <i>Pleurotus ostreatus</i>	98
Tabla 21: Composición fisicoquímica y proximal de la mazorca fresca de cacao, clon CCN-51.....	101
Tabla 22: Relación Carbono/Nitrógeno de la mazorca fresca de cacao, clon CCN-51	103
Tabla 23: Producción (g) de <i>Pleurotus ostreatus</i> en mazorcas de cacao	105
Tabla 24: Análisis de varianza de la producción de <i>Pleurotus ostreatus</i>	105
Tabla 25: Prueba de rangos múltiples de Tukey - Peso de Carpóforos	106
Tabla 26: Eficiencia Biológica de <i>Pleurotus ostreatus</i> en mazorcas de cacao.....	108
Tabla 27: Análisis de varianza de la Eficiencia Biológica.....	109
Tabla 28: Prueba de rangos múltiples de Tukey - Eficiencia Biológica	109

Tabla 29: Rendimiento de <i>Pleurotus ostreatus</i> en mazorcas de cacao	112
Tabla 30: Análisis de varianza del Rendimiento	112
Tabla 31: Prueba de rangos múltiples de Tukey - Rendimiento.....	112
Tabla 32: Análisis de varianza de Procrusteno (PANOVA).....	116
Tabla 33: Residuo por juez resultado del AGP	117
Tabla 34: Factores de Reescalación para cada juez	118
Tabla 35: Prueba de consenso entre jueces	120
Tabla 36: Lista final de atributos sensoriales para la caracterización de cinco formulaciones de salsa	121
Tabla 37: Formulaciones y codificaciones de las muestras de salsa a base de <i>Pleurotus ostreatus</i>	122
Tabla 38: Residuo por muestra resultado del AGP	123
Tabla 39: Variabilidad (%) de valores propios	124
Tabla 40: Atributos correlacionados por juez con las dos dimensiones.....	127

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Hongos comestibles cultivados en Perú	18
Figura 2: Morfología del <i>Pleurotus ostreatus</i>	21
Figura 3: Valor nutritivo de las setas.....	23
Figura 4: Aparición de primordios en la etapa de fructificación.....	32
Figura 5: Desarrollo de los carpóforos o basidiocarpos (antes primordios).....	32
Figura 6: Árbol del <i>Theobroma cacao</i> L.	38
Figura 7: Morfología del <i>Theobroma cacao</i> L.	40
Figura 8: Cosecha del fruto maduro de cacao	53
Figura 9: Frutos cosechados dispuestos sobre el campo	53
Figura 10: Quiebre del fruto	54
Figura 11: Extracción de almendras de cacao	54
Figura 12: Mazorcas de cacao después del beneficio	55
Figura 13: Descomposición de las mazorcas de cacao a través del tiempo	55
Figura 14: Flujo de operaciones para el cultivo y producción de <i>Pleurotus ostreatus</i> en mazorcas de cacao.....	94
Figura 15: Flujo de operaciones para la producción de salsa a base de <i>Pleurotus ostreatus</i>	97
Figura 16: Procedimiento para la aplicación del Perfil Flash	100
Figura 17: Peso de Carpóforos de los tratamientos evaluados en la producción de <i>Pleurotus ostreatus</i>	107
Figura 18: Eficiencia Biológica de los tratamientos evaluados en la producción de <i>Pleurotus ostreatus</i>	110
Figura 19: Rendimiento de los tratamientos evaluados en la producción de <i>Pleurotus ostreatus</i>	114
Figura 20: Residuo por juez resultado del AGP	118
Figura 21: Factores de reescalación para cada juez.....	119
Figura 22: Residuo por muestra resultado del AGP	123
Figura 23: Variabilidad (%) de valores propios y variabilidad acumulada	124
Figura 24: Espacio sensorial de muestras.....	125
Figura 25: Espacio sensorial de atributos o descriptores	126
Figura 26: Obtención de la cepa madre y multiplicación del micelio.....	157

Figura 27: Elaboración de inóculo	158
Figura 28: Obtención, preparación y tratamiento térmico del sustrato.....	159
Figura 29: Resultados - Multiplicación de la cepa madre, crecimiento del micelio..	160
Figura 30: Resultados - Elaboración de inóculo, crecimiento del micelio sobre granos de trigo.....	161
Figura 31: Resultados - Obtención, preparación, tratamiento térmico e inoculación del sustrato.....	162
Figura 32: Etapa de fructificación del <i>Pleurotus ostreatus</i>.....	163
Figura 33: Caracterización sensorial de salsa a base de <i>Pleurotus ostreatus</i> mediante el Perfil Flash.....	164
Figura 34: Paso 1- Cargar paquetes Rcmdr y FactoMineR.....	168
Figura 35: Paso 2- Importar datos de Excel.....	168
Figura 36: Paso 3- Codificación en la consola.....	169
Figura 37: Paso 4- Obtención de la gráfica del AGP.....	169

INDICE DE ANEXOS

Anexo I: Análisis fisicoquímico y proximal del <i>Pleurotus ostreatus</i>.....	154
Anexo II: Análisis fisicoquímico y proximal de salsa a base de <i>Pleurotus ostreatus</i>	155
Anexo III: Análisis microbiológico de salsa a base de <i>Pleurotus ostreatus</i>.....	156
Anexo IV: Galería de figuras.....	157
Anexo V: Fichas de Evaluación utilizadas en el desarrollo de la técnica Perfil Flash.....	165
Anexo VI: Uso del software estadístico R.....	168

RESUMEN

Esta investigación tuvo por objetivo caracterizar sensorialmente una salsa a base de *Pleurotus ostreatus*, cultivados en mazorcas de cacao (*Theobroma cacao* L.). El proyecto se desarrolló en dos etapas: la primera etapa involucró el cultivo y producción de *Pleurotus ostreatus* utilizando mazorcas de cacao como sustrato; y la segunda, la caracterización sensorial de la salsa mediante la técnica Perfil Flash (PF).

En la primera etapa se cultivó *Pleurotus ostreatus* (hongo ostra) mediante ocho pasos: 1º Obtención de la cepa madre, 2º Multiplicación del micelio, 3º Elaboración de inóculo primario y secundario, 4º Obtención y preparación del sustrato, 5º Tratamiento térmico del sustrato, 6º Inoculación e incubación del sustrato, 7º Fructificación y 8º Cosecha; donde se evaluó el efecto que tiene el tiempo de fermentación (1, 3 y 7 días) y el tratamiento térmico del sustrato (pasteurización y esterilización) sobre la producción de *P. ostreatus* determinando el peso de carpóforos, % Eficiencia biológica y % Rendimiento, para un total de 6 tratamientos con cinco repeticiones. En el experimento se utilizó un diseño completamente al azar (DCA). El tratamiento que resultó significativamente diferente fue el de 3 días de fermentación tratado por esterilización (T5), que obtuvo una producción de 283.00g de hongos ostra recolectados en dos cosechas, 31.22% de eficiencia biológica y 28.30% de rendimiento.

En la segunda etapa se elaboró cinco formulaciones (A, B, C, D y E), las cuales fueron caracterizadas sensorialmente mediante el PF. Como resultado, los jueces utilizaron entre 3 y 8 atributos para describir las formulaciones, generando un total de 97 descriptores que contribuyeron a la diferenciación de muestras dentro del espacio sensorial. Los resultados se evaluaron con el Análisis Generalizado Procrusteno (AGP), donde la variabilidad de los datos fue explicada en un 82.60% en dos dimensiones (F1 y F2). Se seleccionó la formulación D, compuesta por *P. ostreatus* (13.63%), almidón modificado (1.60%), maltodextrina (1.00%), goma xantana (0.25%) y manteca vegetal (1.40%); debido a los atributos que la describen: aromática, elástica, mantecosa y agradable; y al débil residuo que presenta (17.75), lo cual indica que los jueces perciben de forma similar la muestra.

Palabras clave: *Pleurotus ostreatus*, mazorcas de cacao, caracterización sensorial, Perfil Flash, AGP.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de hongos comestibles representa una alternativa para el desarrollo de nuevas áreas de producción, con un impacto benéfico en el crecimiento económico y social, además de la reducción del impacto medioambiental mediante el manejo y gestión de residuos agrícolas y agroindustriales (Das & Mukherjee, 2007; Grodzinskaya, Infante & Piven, 2002; Sánchez & Royse, 2001b). Los hongos comestibles tienen una amplia aceptación en los mercados internacionales por sus excelentes cualidades alimenticias y medicinales, y se considera que la tecnología aplicada a su cultivo, permite obtener grandes producciones en espacios reducidos (Chang & Miles, 2004).

Una de las especies más estudiadas, consumidas y cotizadas durante los últimos años por presentar facilidad en su cultivo, adecuadas características organolépticas y composición nutricional equilibrada, es *Pleurotus ostreatus*, que ocupa la tercera posición en la producción de hongos comestibles, después de los géneros *Agaricus* y *Lentinula* (Ardón, 2007; Cardoso, Demenjour & Paz, 2013; Fernandes, Barros, Martins, Herbert & Ferreira, 2015; Upadhyay, 2011; Wang, Sakoda & Suzuki, 2001; Yildiz, S., Yildiz, Ü., Gezer & Temiz, 2002). Esta especie es principalmente conocida con el nombre de “Hongo ostra” y cultivada desde hace varias décadas en Europa, Asia y Norteamérica, siendo previsible que su producción continuará incrementándose en todo el mundo y especialmente en los países hispanohablantes (Sánchez & Royse, 2001b; Upadhyay, 2011).

El hongo ostra se desarrolla en la naturaleza preferiblemente sobre residuos de material leñoso o ricos en fibra como troncos, ramas y bagazos en descomposición, debido a su habilidad para colonizar y degradar una amplia variedad de sustratos que contienen celulosa, hemicelulosa y lignina, usándolos en su propio desarrollo (Fernandes et al., 2015; Hadar, Kerem & Gorodecki, 1993). Para su cultivo se pueden utilizar materiales que contengan una composición similar a los que utiliza para crecer en su ambiente natural; es decir, restos orgánicos como residuos agroindustriales o diferentes materiales obtenidos como subproductos de las actividades agrícolas que, generalmente, no son reutilizados (Albertó, 2008; Das & Mukherjee, 2007; Oei, 2003; Wang et al., 2001). Chang (2007), Grodzinskaya et al. (2002) y Labarère & Bois (2001) afirman en sus investigaciones que el

cultivo de *Pleurotus ostreatus* sobre residuos lignocelulósicos, representa un eficiente proceso de bioconversión ecológica.

En Perú no se ha desarrollado significativamente el cultivo de hongos comestibles, debido a la escasa difusión, promoción de consumo y al desconocimiento de sus bondades en las áreas medicinal y nutritiva; sin embargo, nuestro país tiene un gran potencial para el cultivo de esta especie por la variedad de climas que posee y el abundante material de naturaleza lignocelulósica generado en las diferentes actividades agrícolas y agroindustriales. Uno de los sustratos disponibles para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*, son los subproductos generados del beneficio del cacao (*Theobroma cacao L.*).

Actualmente, más de 89 000 hectáreas del territorio nacional están dedicadas al cultivo de cacao y generan hasta 232 mil toneladas de cáscaras como residuos; mayoritariamente en las zonas productoras de San Martín, Cusco, Junín, Ayacucho, Amazonas, Huánuco, Ucayali y Cajamarca, que aportan alrededor del 97% de la producción nacional (MINAGRI, 2013). Las cáscaras de cacao (también llamadas mazorcas) no presentan usos alternativos, por lo cual se acumulan periódicamente en las plantaciones cacaoteras con la finalidad de permitir su lenta degradación y la subsecuente incorporación de nutrientes al suelo. Sin embargo, Franco-Castillo et al. (2010), Girón, Tortolero, Hermoso & González (2001), Marín (2000) y Parra & Sánchez (2005) indican que este manejo tradicional propicia la transmisión de problemas fitosanitarios, pues constituye un sustrato para la propagación de microorganismos patógenos al cultivo.

De otra parte, Omarini, Nepote, Grosso, Zygadlo & Albertó (2010) indican que en el cultivo y producción del *P. ostreatus*, el deterioro se inicia inmediatamente después de la cosecha y sus atributos de calidad son afectados por el transcurso del tiempo y estado de madurez. Moon & Lo (2013) señalan que a temperatura ambiente, su vida útil es sólo 1-3 días. Pese a esto, la comercialización de hongos ostra en Perú se realiza como producto fresco, en bandejas de poliestireno cubiertas con una lámina film, en los mercados locales y supermercados; y no se originan nuevos productos que permitan conservarlos por más tiempo.

En la actualidad, los consumidores prefieren alimentos preparados que cuenten con un valor añadido que suple la menor disponibilidad de tiempo para comprar, preparar y

cocinar alimentos, un signo de los nuevos tiempos. La aparición de los platos pre-cocidos (parcialmente preparados) y preparados facilita la vida del consumidor, quien los puede ingerir tras un simple tratamiento térmico adicional como, por ejemplo, el calentamiento (Gómez, 2003). El Comercio (junio de 2010) informó sobre la versatilidad del hongo comestible dentro del arte culinario y de la importancia de su inclusión en la dieta alimenticia por su valor nutricional. Así, *Pleurotus ostreatus* puede ser incluido en una salsa, producto que cumple la función de acentuar el sabor de un alimento. Este acompañamiento, además de ser de fácil uso, contribuye como precedente para futuras investigaciones de productos elaborados.

No obstante, el desarrollo de un nuevo producto requiere de su evaluación para determinar las posibles causas de aceptación o rechazo por parte de los consumidores. Stone & Sidel (2004) afirman que la evaluación sensorial es una herramienta útil en la industria alimentaria, que permite medir, analizar e interpretar las características de los alimentos a través de los sentidos humanos. Los avances en la evaluación sensorial han permitido desarrollar técnicas de descripción rápida, las cuales destacan por suprimir el tiempo de entrenamiento y con ello minimizar los costos que con lleva la formación y mantenimiento de un panel entrenado, permitiendo el uso de personas sin entrenamiento en la descripción sensorial (Dehlholm, Brockhoff, Meinert, Aaslyng & Bredie, 2012; Gamboa, Rojas & Ramírez, 2012). Dairou & Sieffermann (2002) indican que una de estas modernas técnicas es el Perfil Flash, donde los jueces que realizan la prueba describen los productos utilizando sus propios términos para evaluar sensorialmente los mismos.

Debido a lo mencionado anteriormente, el objetivo de esta investigación fue caracterizar sensorialmente una salsa a base de *Pleurotus ostreatus*, cultivados en mazorcas de cacao (*Theobroma cacao* L.).

II. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 HONGOS *Pleurotus ostreatus*

2.1.1 GENERALIDADES DE LOS HONGOS

Los hongos son organismos vivos heterótrofos que carecen de clorofila, no realizan fotosíntesis y deben incorporar nutrientes del medio externo para subsistir. Son filamentosos y multicelulares, aunque existen unicelulares como las levaduras. Sus células poseen una pared característica cuya composición varía según los grupos. Los filamentos crecen por su extremo apical y cualquier fragmento diminuto es capaz de dar origen a un nuevo individuo (Albertó, 2008). El cuerpo o soma del hongo está, en general, constituido por un conjunto de filamentos microscópicos que se ramifican en todas direcciones. Cada filamento se denomina hifa y el conjunto de estos micelio (Gaitán-Hernández, Salmones, Pérez Merlo & Mata, 2006; García, 2007).

Cho (2005) indica que antiguamente se consideraban a los hongos dentro del reino Vegetal, sin embargo, estos constituyen un reino aparte, el reino Fungi o Mycota; donde existen numerosas y atractivas formas, algunas de las cuales podrían ser confundidas con plantas o animales por un observador sin previo conocimiento (Albertó, 2008).

Cho (2005) y Vedder (1986) afirman que los hongos obtienen su alimento de diferentes formas. En función de su forma de nutrición, existen tres grupos: *parásitos*, que obtienen nutrientes a expensas de otros seres vivos (animales o vegetales); *saprobios*, que obtienen nutrientes a partir de materia orgánica muerta o en descomposición; y *micorrízicos*, que establecen relaciones simbióticas con una planta donde ambos se benefician.

La reproducción de los hongos es la formación de nuevos individuos con características típicas de la especie. Existen dos formas: sexual y asexual. A esta última se le conoce como somática o vegetativa, debido a que no involucra fusión de núcleos. Se puede dar por fragmentación del micelio, el cual al colocarse bajo condiciones adecuadas

de temperatura, humedad y sustrato, da origen a un nuevo individuo. Esta forma de reproducción es muy utilizada para multiplicar los hongos comestibles en el laboratorio, pues permite mantener las características de la cepa que se está cultivando (Herrera & Ulloa, 1990). En otros casos el micelio da origen a esporas asexuales por división mitótica, las cuales se denominan según el nombre de la estructura que las produce: artrosporas u oidios, conidiosporas y esporangiosporas (Alexopoulos, Mims & Blackwell, 1996; Stamets & Chilton, 1983).

La reproducción sexual no es rápida e implica somatogamia (unión de hifas o gametos), cariogamia (fusión de núcleos) y la producción de gametos por meiosis. Estos pueden observarse sobre estructuras especializadas (gametangios) y tener formas diferenciadas (anisogametas) o tener la misma forma o ser indiferenciadas (isogametas). Las esporas de tipo sexual se denominan según el tipo de estructura que las porta; las producidas por la fusión de un oogonio (gameto femenino) y un anteridio (gameto masculino) se llama oospora; las formadas por la fusión de gametos compatibles pero indiferenciados: cigosporas, ascosporas (se producen dentro de un saco o asca) y basidiosporas (las formadas sobre estructuras similares a un mazo). La mayoría de los hongos presenta ciclos alternos de reproducción asexual y sexual como parte de su desarrollo (Alexopoulos et al., 1996; Herrera & Ulloa, 1990).

Albertó (2008) afirma que muchos hongos forman parte de la vida cotidiana. Las levaduras del pan, las que producen los vinos, el champagne, la cerveza y los utilizados para elaborar algunos quesos son claros ejemplos de su presencia diaria. También son empleados en la producción comercial de muchos ácidos orgánicos, de algunas drogas y son responsables de la fabricación de varios antibióticos, principalmente la penicilina. Otros, en cambio, son causantes de grandes pérdidas en la agricultura, la industria alimentaria, la industria de cueros, etc.

Asimismo, muchas especies son cultivadas actualmente por sus comprobadas acciones terapéuticas (*Ganoderma lucidum*, shiitake, *Grifola frondosa*, etc., por sus fines medicinales); y otras, que por la calidad de su “carne”, su fragancia y sabor, son consideradas comestibles (Albertó, 2008).

2.1.2 HONGOS COMESTIBLES Y SUS PRINCIPALES ESPECIES

El cultivo de hongos comestibles es, posiblemente, tan antiguo como la existencia del hombre en la Tierra. Algunas especies han sido extensamente utilizadas como fuente nutricional desde tiempos ancestrales (Yildiz et al., 2002). Su consumo fue considerado alimento de reyes y su comercialización objeto de materia legal durante el imperio Romano (France, Cañumir & Cortez, 2000; Vedder, 1986).

Los primeros antecedentes escritos de cultivos artificiales de hongos corresponden al 600 d.C con el *Auricularia auricula* en Asia (Oei, 2003), seguido por *Flammulina velutipes* en los años 800-900 d.C (Albertó, 2008). Sin embargo, recién en el año 1650, en Francia, se iniciaron los primeros intentos de cultivo artificial del champiñón de París (*Agaricus* spp.), dando origen a una industria que se mantuvo en secreto y restringida solamente para ese país. Su producción ha experimentado una revolución extraordinaria y actualmente se utilizan no sólo métodos rústicos, sino también modernos sistemas de cultivo (France et al., 2000).

Según Pire (2001) citado por Hernández & López (s.f), los hongos comestibles son un pequeño grupo dentro de un gran reino de la naturaleza, en el que están incluidas alrededor de 1.5 y 2.5 millones de especies, de las que solamente se conocen 7000, básicamente las especies comestibles (5000 son setas comestibles en algún grado y 2000 son setas comestibles de buena calidad).

Sin embargo, Hawksorth (1991) menciona que del millón quinientas mil especies de hongos que existen, sólo se conocen un 5%. De ellas se estima que cerca de dos mil quinientas son comestibles, la mayoría se hallan contenidas dentro de treinta y dos géneros (tabla 1), alrededor de ochenta se cultivan experimentalmente y sólo unas pocas se cultivan a escala comercial (tabla 2).

Por su parte, Alcalde & Salgado (2001) afirman que, si bien las especies comestibles son muy numerosas, en el mundo solamente se han desarrollado a escala industrial seis especies a las que se les conoce como las seis grandes y son las más conocidas: *Agaricus bisporus* (champiñón de París), *Lentinula edodes* (shiitake),

Volvariella volvaceae (hongo de la paja), *Pleurotus* spp. (hongo ostra, orellana), *Auricularia* spp. (hongo oreja de los árboles) y *Flamulina velutipes* (hongo de invierno).

Tabla 1: Géneros a los cuales pertenecen las especies comestibles más comunes

BASIDIOMICETOS			ASCOMICETOS	
<i>Agaricus</i>	<i>Cropinus</i>	<i>Lentinula</i>	<i>Russula</i>	<i>Morchella</i>
<i>Amanita</i>	<i>Cortinarius</i>	<i>Lepista</i>	<i>Stropharia</i>	<i>Tuber</i>
<i>Amillaria</i>	<i>Dictyophora</i>	<i>Lyophyllum</i>	<i>Termitomyces</i>	
<i>Auricularia</i>	<i>Flammulina</i>	<i>Marasmius</i>	<i>Tremella</i>	
<i>Boletus</i>	<i>Gloeostereum</i>	<i>Pleurotus</i>	<i>Tricholoma</i>	
<i>Cantharellus</i>	<i>Hericius</i>	<i>Pholiota</i>	<i>Volvariella</i>	
<i>Calvatia</i>	<i>Lactarius</i>	<i>Polyporus</i>		
<i>Clitocybe</i>	<i>Lentinus</i>	<i>Grifola</i>		

Fuente: Albertó (2008).

Tabla 2: Especies más cultivadas en el mundo

ESPECIES		
<i>Agaricus bisporus</i> *	<i>Gloeostereum incamatum</i>	<i>Pleurotus eryngii</i>
<i>Agaricus bitorquis</i> *	<i>Grifola frondosa</i> *	<i>Pleurotus ostreatus</i> *
<i>Agaricus blazei</i> *	<i>Hericius erinaceus</i>	<i>Pleurotus pulmonarius</i>
<i>Agrocybe aegerita</i>	<i>Hypsizygus marmoreus</i>	<i>Pleurotus sajor-caju</i>
<i>Auricularia aurícula</i> *	<i>Lentinula edodes</i> *	<i>Polyporus umbellatus</i>
<i>Auricularia fuscusuccinea</i>	<i>Lepista nuda</i>	<i>Psilocybe cyanescens</i>
<i>Auricularia polytricha</i>	<i>Lyophyllum ulmarium</i>	<i>Stropharia rugoso-annulata</i>
<i>Coprinus comatus</i>	<i>Panaeolus cyanescens</i>	<i>Suillus granulatus</i>
<i>Dictyophora duplicata</i>	<i>Pholiota nameko</i>	<i>Tremella fuciformis</i>
<i>Dictyophora indusiata</i>	<i>Pleurotus cornucopiae</i>	<i>Tuber melanosporum</i>
<i>Flammulina velutipes</i> *	<i>Pleurotus cystidiosus</i>	<i>Volvariella volvacea</i>
<i>Ganoderma lucidum</i> *	<i>Pleurotus djamor</i> *	

*Especies cultivadas a nivel comercial

Fuente: Albertó (2008), García (2007).

El cultivo comercial de hongos comestibles en Perú inició en la década de los 60 con la introducción del *Agaricus bisporus* “champiñón” por parte de la empresa Compass; sin embargo, el cultivo alcanzó niveles industriales con el ingreso de la marca Don Hongo y, en los años 80, con la entrada de la empresa Paccu S.A. En los años 90 se completa el panorama con la introducción del cultivo de *Pleurotus ostreatus*, “setas”, por parte de las empresas Solis y Sori (Chimey, C. & Chimey, J., 2008). César Chimey mencionó que los peruanos consumen 0.045Kg de hongos anuales (El Comercio, noviembre de 2010).

Actualmente existen cinco tipos de hongos comestibles en nuestro país: las setas, los champiñones portobellos y blancos, el shiitake y el *Suillus luteus*, (mostrados en la figura 1); que debido a sus altos valores proteicos y sus propiedades medicinales, han diversificado sus formas de producción y exportación. El *Suillus luteus* es cultivado principalmente en comunidades campesinas como las de Marayhuaca en Lambayeque y Luyo Viejo en Amazonas (El Comercio, noviembre de 2010).

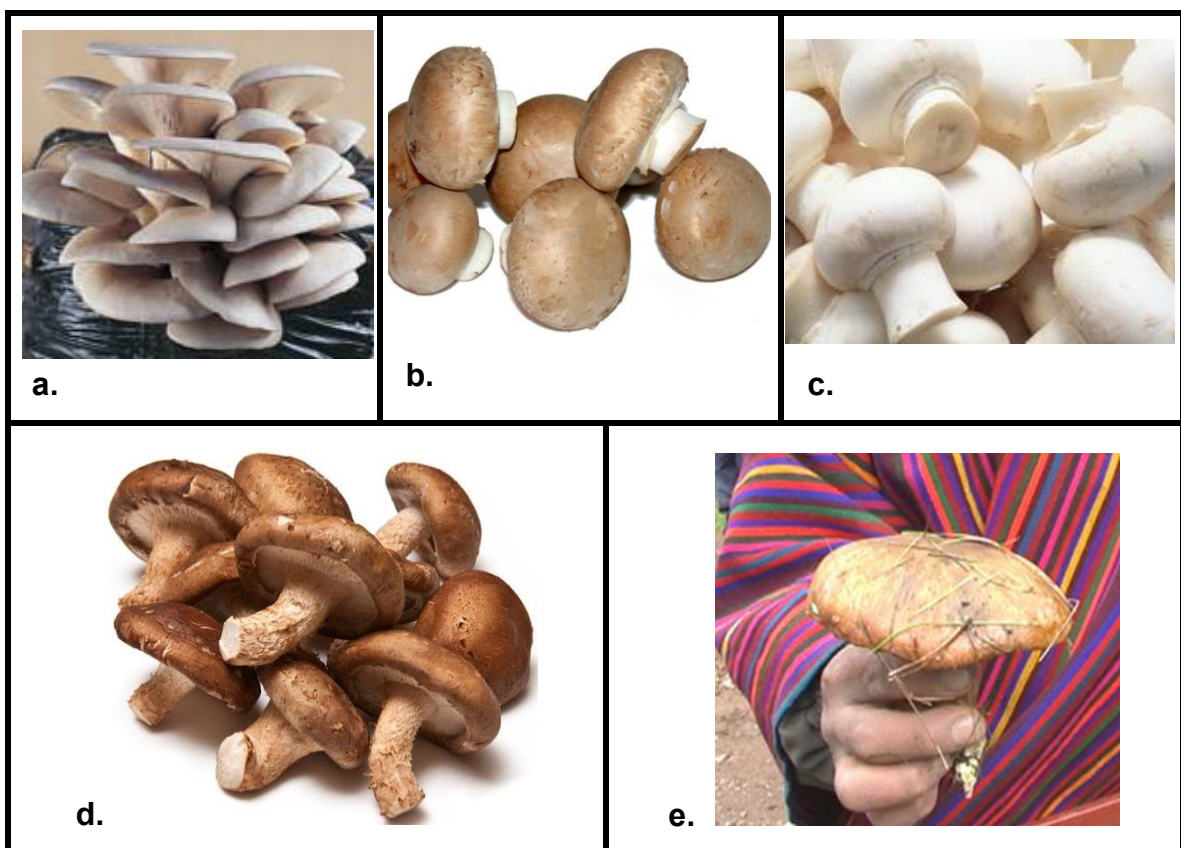


Figura 1: Hongos comestibles cultivados en Perú

**a. Setas, b. Champiñones Portobellos, c. Champiñones Blancos,
d. Shiitake y e. *Suillus Luteus***

2.1.3 HONGOS *Pleurotus ostreatus*

Dentro del género *Pleurotus* se distingue la especie *Pleurotus ostreatus*, hongo comestible de origen húngaro, también llamado orellana, gírgola, seta, champiñón ostra, entre otros; según el país donde se cultive (Ardón, 2007). El primer reporte de producción de setas fue realizado en Alemania en 1917 (producido en tocones y troncos), pero a mediados de los años 50 iniciaron las investigaciones para la producción en sustrato artificial, en países como Hungría, Alemania y Checoslovaquia, extendiéndose después por toda Europa. La difusión del cultivo sobre paja de cereales tuvo lugar en los años setenta y el proceso ha progresado de tal manera que en países como Italia y Hungría puede hablarse de cultivo en plan industrial, con producciones de miles de toneladas (García, 2007; Rodríguez, 2007).

Actualmente *Pleurotus ostreatus* es cultivado en varios países del mundo (Manzi, Gambelli, Marconi, Vivanti & Pizzoferrato, 1999; Wang et al., 2001; Yang, Guo & Wan, 2013). Las tecnologías de su producción comercial están muy desarrolladas y son relativamente simples a comparación de aquellas usadas para el cultivo común de hongos, *Agaricus bisporus* (Hadar et al., 1993; Upadhyay, 2011).

México es pionero en el cultivo de hongos del género *Pleurotus* (*Pleurotus ostreatus* y afines) en América Latina, ya que dicha actividad inició en los años 70, y desde entonces el interés por su propagación y consumo ha ido en aumento, debido a su habilidad para adaptarse a una variedad de condiciones agro-climáticas, entre otros factores (Gaitán-Hernández et al., 2006). Las proyecciones actuales sitúan la producción del género *Pleurotus* (*P. ostreatus* como principal representante) en la tercera posición, después de las especies *Agaricus bisporus* y *Lentinula edodes* (Cardoso et al., 2013; Cohen Persky & Hadar, 2002; Fernandes et al., 2015; Upadhyay, 2011).

Romero, Rodríguez & Pérez (s.f) mencionan que *P. ostreatus* es un hongo saprofítico o parásito débil que crece en ambientes naturales en árboles como álamos, nogales, aliso, balso y arce, principalmente en los valles de los ríos, durante el otoño o primavera. Das & Mukherjee (2007), Hadar et al. (1993), Ragunathan, Gurusamy, Palaniswamy & Swaminathan (1996) y Wang et al. (2001) añaden que, *P. ostreatus* se desarrolla sobre troncos de árboles caídos y otras plantas leñosas en descomposición, ricas

en fibra; pues es un organismo con la capacidad de utilizar diversos materiales lignocelulósicos para su desarrollo.

Se le llama *Pleurotus*, por el término que deriva del griego pleurá o pleurón, costado o lado (refiriéndose a la posición del estípite respecto al píleo o sombrero); y *ostreatus*, del latín otus, oreja (refiriéndose a la apariencia y al color del cuerpo fructífero) (Ardón, 2007; Gaitán-Hernández et al., 2006).

Ciappini, Gatti & López (2004) afirman que además de sus características nutricionales, los hongos ostra resaltan por sus excelentes cualidades gastronómicas: su sabor, sus distintas tonalidades y su versatilidad como complemento culinario, hacen que crezca en popularidad y sea cada vez más aceptado por los consumidores.

2.1.4 CLASIFICACION TAXONOMICA

Hernández & López (s.f), Palacios (2000) y Calvo (2001) señalan que el *Pleurotus ostreatus* se encuentra clasificado taxonómicamente de la siguiente manera:

REINO	Fungi
SUBREINO	Fungi superior
DIVISIÓN	Basidiomycota
SUBDIVISION	Basidiomycotina
CLASE	Homobasidiomicete
SUBCLASE	Himenomycete
ORDEN	Agaricales
FAMILIA	Tricholomataceae
GÉNERO	<i>Pleurotus</i>
ESPECIE	<i>Pleurotus ostreatus</i>

2.1.5 MORFOLOGÍA

García (2007) menciona que el sombrerillo de esta seta es carnoso, de superficie lisa, abombada y redondeada cuando es joven (con forma de abanico semicircular), aplanándose luego poco a poco. El borde está algo enrollado al principio, pero después se va levantando y el conjunto acaba teniendo concavidad como un plato. Su diámetro depende de la edad y de las condiciones más o menos favorables en que ha crecido el hongo, oscilando entre 5 y 20cm, aunque pueden encontrarse ejemplares más grandes. El color es variable, desde gris claro o gris pizarra hasta pardo, tomando una coloración más amarillenta con el tiempo (Romero et al., s.f).

Albertó (2008) y France et al. (2000) indican que en la parte inferior del sombrero hay unas laminillas dispuestas radialmente como las varillas de un paraguas, que van desde el pie o tallo que lo sostiene, hasta el borde del sombrero. Son anchas, espaciadas unas de otras, blancas o crema, a veces bifurcadas, y en ellas se producen las esporas destinadas a la reproducción de la especie. Estas esporas son pequeñas, oblongas, casi cilíndricas, que en gran número forman masas de polvo o esporadas, de color blanco con cierto tono lila-grisáceo. El sombrero o píleo y sus laminillas, pueden observarse en la figura 2.

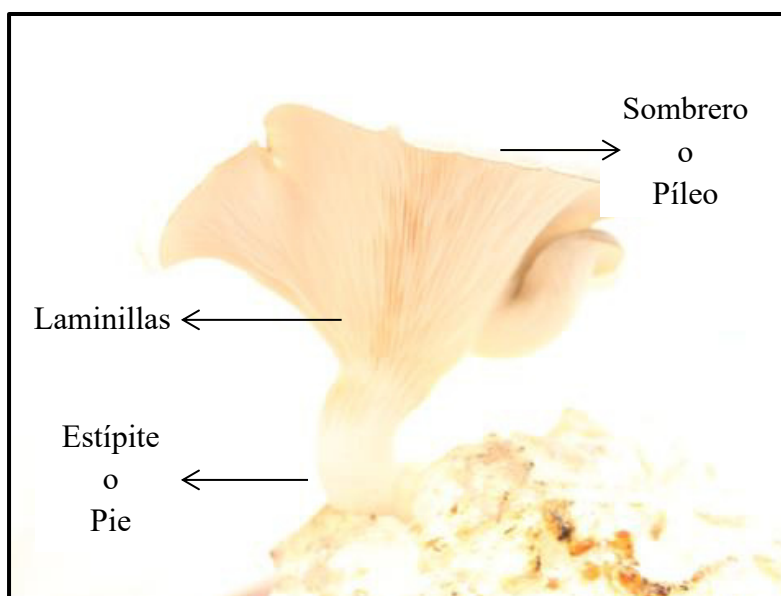


Figura 2: Morfología del *Pleurotus ostreatus*

El pie suele ser corto y algo lateral u oblicuo (curvado) por lo que se desarrolla en forma de ostra u oreja (figura 2). Es grueso, ligeramente duro, blanco, con el principio de las laminillas en la parte de arriba y algo peloso en la base. Puede crecer de forma aislada sobre una superficie horizontal o en grupo formando repisas laterales superpuestas sobre un costado de los árboles o de los bloques de cultivo. La carne de la seta es compacta en el sombrero (tierna al principio y después correosa) y fibrosa y blanca en el pie, con sabor y olor agradable (Ciappini et al., 2004; France et al., 2000; García, 2007).

2.1.6 COMPOSICION QUÍMICA Y NUTRICIONAL

Esta seta es considerada un complemento alimenticio de aceptable valor nutricional. Wang et al. (2001) y Salas et al. (2004) mencionan que en comparación con otros alimentos, *Pleurotus ostreatus* resalta por su alto contenido proteico; estas proteínas contienen todos los aminoácidos esenciales, y puede ser incluido en la dieta diaria (Romero et al., s.f). Alcalde & Salgado (2001) indican que el contenido de proteína es casi dos veces más alto que la mayoría de vegetales.

P. ostreatus también es rico en carbohidratos, vitaminas, fibra y minerales (Manzi et al., 1999; Gaitán-Hernández et al. 2006). El bajo contenido de grasa y sodio que presenta, unido al relativamente alto contenido de potasio, hacen que este hongo tenga importancia para padecimientos cardiovasculares, artríticos y estados de hipertensión, así como para combatir la obesidad (Manzi et al., 1999; Romero et al., s.f; Roupas, Keogh, Noakes, Margetts & Taylor, 2012). Sus compuestos biológicamente activos poseen actividades terapéuticas, sus metabolitos exhiben características antitumorales, antiinflamatorias, hipocolesterolémicas, antioxidantes (compuestos polifenólicos con capacidad de eliminar radicales libres por transferencia de un solo electrón) y de moduladores inmunológicos (Chang, 2007; Roupas et al., 2012; Salas et al., 2004).

Según Gaitán-Hernández et al. (2006), *P. ostreatus* presenta entre el 57 y 61% de carbohidratos en base a su peso seco, 26% de proteína y un contenido de fibra del 11.9%. Contiene vitaminas como la niacina (vitamina B3), tiamina (vitamina B1), vitamina B9, vitamina B12 y la vitamina C. Las vitaminas A y E están presentes en pequeñas cantidades. Se le han detectado minerales como el magnesio, potasio, fósforo, hierro,

sodio, zinc, cobre y calcio. Su contenido de grasa es de 0.9 a 1.8% en base a su peso seco. Albertó (2008) añade que son considerablemente más nutritivos que la mayoría de las legumbres y vegetales. En la figura 3 se observa su valor nutritivo en relación con otros alimentos.

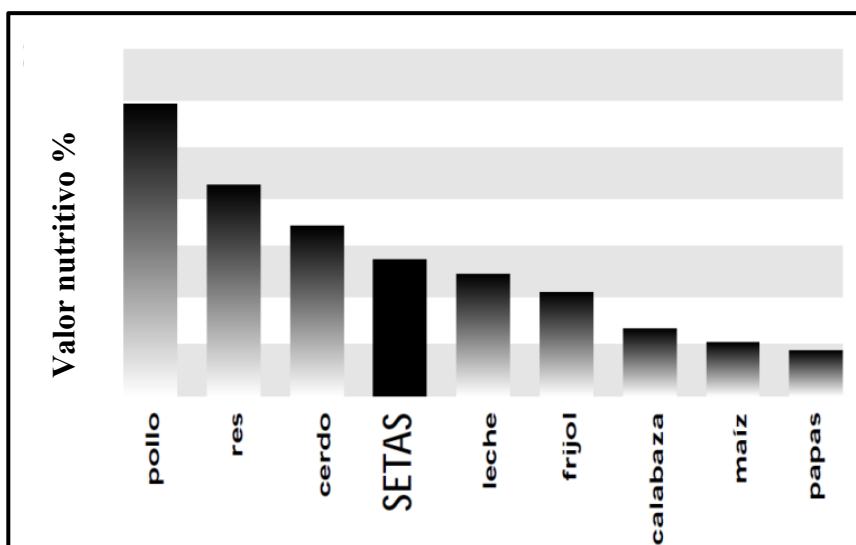


Figura 3: Valor nutritivo de las setas

Fuente: Gaitán-Hernández et al., 2006.

Se ha encontrado en estos hongos ostra grandes cantidades de ácido glutámico, una fuente natural de glutamato monosódico; de esto deriva que realcen el sabor de cualquier ingrediente con el que se combinen (Fairbank, 1990).

Pleurotus ostreatus presenta diferencias en cuanto a su composición, dependiendo de la cepa adquirida (especie), el sustrato, las condiciones ambientales y las diferentes formas de producción (De Michelis, Vullioud & Rusalen, 2009). Además, según Albertó (2008), su composición puede variar entre las distintas oleadas y para los diversos estadios de desarrollo del basidiocarpo.

En la tabla 3 se observan los resultados del análisis proximal y el contenido de aminoácidos de los basidiocarpos del *Pleurotus ostreatus*; reportados por García (1985) & Gyorgy (1989), citados por Palacios (2000).

Tabla 3: Composición química del *Pleurotus ostreatus*

COMPONENTE	% (1)	% (2)
Agua	91.5	85-89
Proteína	3.5	3-5
Carbohidratos	4.5	6
Grasa	0.2	0.4
Minerales	0.3	1
AMINOÁCIDOS NO SULFURADOS	(1) g/100g proteína	(2) g/100g proteína
Lisina	7.9	6.3
Alanina	10.2	7.0
Valina	5.8	6.3
Isoleucina	4.0	0.6
Glicina	3.8	5.9
Leucina	9.7	12.6
Treonina	4.5	6.0
Prolina	12.3	5.4
Serina	5.0	6.3
Ácido aspártico	8.7	9.3
AMINOÁCIDOS SULFURADOS		
Metionina	1.5	2.1
Ácido glutámico	22.9	17.0
Cisteína	3.7	0.6

Fuente: (1) García (1985), (2) Gyorgy (1989) citados por Palacios (2000).

Estudios más recientes se muestran en la tabla 4, donde se indica la composición del *Pleurotus ostreatus* en diferentes países, según diversos autores.

Tabla 4: Composición del *Pleurotus ostreatus*

COMPONENTE (g/100g)	ARGENTINA (Santa Fe) ¹		JAPÓN (Nagano) ²	PERÚ (Lima) ³	STFC ⁴
	Tronco de Álamo	Paja de Trigo	Grano de cerveza agotado*	Paja de arroz**	Aserrín
	En base húmeda		En base seca		
Agua	90.13	90.13	65.00	88.50	65.00
Proteínas	1.73	2.42	53.30	24.32	34.40
Cenizas	0.60	0.40	6.70	6.45	8.30
Grasa	0.12	0.13	4.30	2.46	3.10
Fibra Total	6.14	6.94	-	11.60	-
Fibra cruda	-	-	-	-	-
Carbohidratos	7.42	6.92	35.70	43.67	54.20
Fósforo (mg)	58.30	45.80	1647.60	540.00	1061.00
Hierro (mg)	0.353	0.352	7.10	16.00	7.80
Calcio (mg)	14.96	14.57	-	37.00	3.90
Magnesio (mg)	129.0	115.0	181.90	400.0	156.00
Potasio (mg)	441.0	430.0	2171.40	316.0	2720.00
Sodio (mg)	43.93	41.78	21.90	-	74.00
Vitamina C (mg)	-	-	-	-	-
Tiamina (vit.B1)	-	-	1.91	-	4.17
Niacina (vit.B5)	-	-	90.00	-	111.50
Ácido Fólico	-	-	-	-	-
Calorías (kcal)	37.58	38.59	325.60	-	343.70

Fuente: ¹ Ciappini et al. (2004).

² Wang et al. (2001) * Grano de cerveza agotado + salvado de trigo

³ Salas et al. (2004) ** Paja de arroz + Paja de trigo, chala de maíz y cascarilla de arroz.

⁴ STFC (Standard Tables of Food Composition in Japan) citado por Wang et al. (2001).

2.1.7 CULTIVO Y PRODUCCION

El cultivo de setas puede realizarse sobre troncos cortados (como cuando se realizaban los primeros intentos en cultivarlo), sobre tocones (que son las bases de los árboles que quedan muy sujetas al suelo por las numerosas raíces luego de la tala) y sobre paja de cereales o residuos agroindustriales. Este último método es el que hasta ahora proporciona mejores rendimientos (García, 2007) y para los fines necesarios se explicará a continuación.

2.1.7.1 OBTENCIÓN DE LA CEPA MADRE

La forma algodonosa de un hongo se llama micelio. Al micelio que se desarrolla sobre un medio de cultivo nutritivo (que le proporciona al hongo los nutrientes necesarios para su desarrollo) se le llama cepa. La cepa se puede obtener de algún proveedor comercial o empresa dedicada al cultivo industrial de *Pleurotus ostreatus*; o puede aislarse por medio de tejido (fragmento de hongo) o esporas (Gaitán-Hernández et al., 2006).

2.1.7.2 MULTIPLICACIÓN DEL MICELIO

Es una fase delicada y debe realizarse en condiciones asépticas. Se adquiere o prepara el medio de cultivo elegido. Los medios utilizados frecuentemente son: Agar con extracto de malta, Agar con dextrosa y papa, y Agar con extracto de trigo, paja y malta. Si se prepara el medio de cultivo nutritivo, este se coloca en frascos de vidrio y se esteriliza en autoclave a 121°C y 1.1 kgf/cm², por 15 minutos. Luego, se distribuye en placas de Petri hasta que solidifique. Con una aguja de disección estéril se toma un fragmento del micelio de la cepa madre y se coloca sobre el medio de cultivo sólido en la placa de Petri (de preferencia al centro). Se incuba de 25-28°C, y una vez que el micelio cubra toda la superficie del agar (8 a 15 días), está listo para ser usado en la elaboración de inóculo.

Por otro lado, para retardar el envejecimiento de la cepa es necesario preservarla adecuadamente. Para ello, la cepa se debe transferir periódicamente a nuevas placas de Petri o tubos de ensayo con medio de cultivo nutritivo, a través de resiembras. Una vez que el micelio haya cubierto toda la superficie del agar, las placas o tubos se pueden mantener

en refrigeración a 5°C. El tiempo entre cada transferencia es de 3 a 6 meses, dependiendo de la cepa y cuidados al almacenarla (Gaitán-Hernández et al., 2006).

2.1.7.3 ELABORACIÓN DE INÓCULO

Esta etapa constituye la base para el cultivo comercial de las setas, y consiste en cultivar el hongo en un sustrato intermedio compuesto por granos de cereales como sorgo, trigo, centeno, cebada, avena, arroz, entre otros (Cho, 2005). La elaboración de inóculo se realiza en dos etapas: Inóculo primario y secundario.

El inóculo primario es la propagación del micelio en granos a partir de una cepa crecida en medio de cultivo. Se deben elegir los granos limpios, sin residuos de productos químicos ni contaminados con hongos o insectos; es decir, de buena calidad. Es frecuente utilizar granos de trigo previamente lavados, cocidos por 10 minutos y esterilizados en bolsas de polipropileno a 121°C y 1.1 kgf/cm², por 30 - 60min en autoclave. Las bolsas esterilizadas se enfrían en un área aislada y limpia, se inoculan con el micelio de la placa de Petri en una cámara de flujo laminar y se incuban de 25-28°C en oscuridad hasta que el micelio cubra completamente la semilla (France et al., 2000; Gaitán-Hernández et al., 2006).

El inóculo secundario, también llamado semilla comercial, es la propagación del micelio en semillas a partir del inóculo primario, para disponer de una mayor cantidad para su siembra en el sustrato elegido. Se realiza vaciando un poco de inóculo primario a nuevas bolsas con semilla estéril, se agitan homogéneamente y se incuban a las mismas condiciones mencionadas para el inóculo primario (Gaitán-Hernández et al., 2006; Rodríguez & Jaramillo, 2004).

Durante ambos periodos deben realizarse inspecciones continuas para detectar cualquier irregularidad (falta de crecimiento del micelio), contaminación u otros.

2.1.7.4 OBTENCIÓN Y PREPARACIÓN DEL SUSTRATO

Los hongos ostra toman los nutrientes necesarios para su alimentación de los materiales sobre los que crecen. Según Hadar et al. (1993) y Cho (2005) degradan la

celulosa, hemicelulosa y la lignina presentes en diversos esquilmos agrícolas (pajas, rastrojos), desechos agroindustriales (bagazos de caña de azúcar, maguey tequilero, tallos y restos de mazorcas de maíz, pulpa de café, etc.), forestales (aserrín y viruta de diversas maderas) e incluso cartones o papel (Fernandes et al., 2015). Shashirekha, Rajarathnam, & Bano (2005) y Tshinyangu & Hennebert (1995) afirman que la composición química del sustrato es uno de los factores limitantes de la colonización saprobiótica del cultivo de hongos, del rendimiento de carpóforos y su composición química. Por su parte, Omarini et al. (2010) han encontrado que la composición del sustrato tiene efectos en las cualidades sensoriales y la calidad de características de las setas.

Para seleccionar el sustrato es indispensable conocer la disponibilidad y abundancia del mismo en la región en donde se piensa cultivar las setas (García, 2007). Gaitán-Hernández et al. (2006) recomiendan que algunas veces es útil combinar o mezclar sustratos en diferente proporción para incrementar la producción de hongos. El sustrato se debe picar o moler antes de usarse o mezclarse, porque si se emplean trozos largos el sustrato quedará muy desigual y con huecos que dificultan el crecimiento del micelio. Luego se humedece hasta que la masa contenga entre 70-80% de humedad. Para lograr este objetivo suele sumergirse el sustrato en depósitos con agua por algunas horas, o, en ocasiones por 1, 2 o 3 días (Albertó, 2008; France et al., 2000; García, 2008).

Existen algunos sustratos a los que es recomendable aplicarles una fermentación aerobia, para proporcionarles una microflora capaz de proteger al micelio del hongo de otros microorganismos competidores; entre estos sustratos están la pulpa de café (3-5 días) y los bagazos de maguey tequilero y caña de azúcar (8-10 días). El material se coloca en forma piramidal, humedeciéndolo con agua y cubriéndolo con un plástico para mantener el calor y humedad. Es necesario voltear el sustrato cada 3 días para favorecer la aireación (Gaitán-Hernández et al., 2006).

Otros sustratos pueden prepararse mediante la fermentación anaerobia, una tecnología muy poco explotada en la producción de *P. ostreatus*, que se logra al sumergir los materiales lignocelulósicos en agua, los cuales sufren una fermentación anaerobia por acción de las bacterias lácticas, especialmente *cocos*, presentes de forma natural en el sustrato (Muez & Pardo, 2001). En este sistema pueden ser seleccionados y utilizados prácticamente la totalidad de los subproductos agrícolas y agroindustriales, solos o en

mezclas, tales como: paja de cereales (trigo, cebada, centeno, maíz, arroz), paja de leguminosas, subproductos de algodón (borra de fibra corta o cascarillas de semillas), orujo de uva, pulpa de café, hojas de platanera, bagazo de caña de azúcar enriquecido con melaza, y otros que sean abundantes y baratos. La fermentación comienza espontáneamente, entre 12 y 30°C y la acción metabólica de estas bacterias hidroliza los azúcares, impidiendo de esta forma el desarrollo de microorganismos competidores y garantizando la inocuidad de los sustratos (Levanon, Danai & Masaphy, 1988). Asimismo facilita la acción de las enzimas del hongo (celulasas, polifenoloxidasas, etc.) sobre el sustrato.

Shashirekha et al. (2005) y Tshinyangu & Hennebert (1995) indican que es útil añadir algunos productos o sustancias que mejoran el sustrato y proporcionan mayor producción; por ejemplo, harina de girasol o avena, lignina, vitaminas, proteínas formuladas, harina de plumas, etc. Añadir yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 3-5% del peso seco) es muy útil como mejorador de textura, de la aireación, como suministrador de calcio, etc.; y carbonato cálcico (CaCO_3 , 1-2% del peso del sustrato húmedo), para evitar excesiva acidez y para que los granos no se peguen (García, 2007). Según Muez & Pardo (2001), el valor de pH más conveniente para el crecimiento del micelio es entre 5.5 y 6.5.

2.1.7.5 TRATAMIENTO TÉRMICO DEL SUSTRATO

Es el tratamiento previo por el cual se eliminan microorganismos competidores mediante la aplicación de altas temperaturas durante un periodo de tiempo definido. El tratamiento provoca cambios bioquímicos en el sustrato que pueden afectar positiva o negativamente su calidad. Concluida esta operación, Albertó (2008) y Muez & Pardo (2001) sugieren manipular el sustrato con sumo cuidado procurando las máximas condiciones de higiene y asepsia, ya que en las siguientes etapas es muy susceptible a la contaminación. Albertó (2008) describe cuatro métodos de tratamiento térmico del sustrato:

a. Inmersión en agua (artesanal)

Se sumerge el sustrato embolsado en agua a 80°C durante 45-60 minutos, por lo general, en canastos cilíndricos de alambre u otro material rígido que se sumerge en

tanques de 200L que contendrán agua caliente. No debe sobrepasarse la temperatura ya que se altera la composición química del sustrato, eliminando nutrientes que son solubles en agua; asimismo temperaturas inferiores a 55°C no destruyen organismos competidores.

b. Pasteurización por vapor (artesanal)

El sistema funciona mediante la acción del calor producido por el vapor a 100°C. Se emplean también tanques de 200L, pero estos tienen una tapa y agua en la base. La fuente de calor evapora el agua, y la tapa tiene una pequeña abertura para dejar escapar el vapor, lo que ocasiona que dentro todo se halle saturado de vapor. El tiempo adecuado para esta operación es variable dependiendo del sustrato y del tamaño de bolsa.

c. Pasteurización mediante túnel de pasteurización

Consiste en colocar el sustrato en masa en un recinto al que se le inyecta vapor producido por una caldera. La temperatura, controlada por termómetros de lectura a distancia, no debe exceder los 60-65°C durante al menos 12 horas. Es necesario que una turbina recircule el aire interno para lograr uniformidad térmica en el recinto.

d. Esterilización del sustrato

Se coloca el sustrato en bolsas de polipropileno y se somete a esterilización en autoclave. El tiempo es variable según el sustrato y el diámetro de la bolsa, pero se sugiere de 2-5 horas. Muez & Pardo (2001) recomiendan 1 o 2 horas según el tamaño de la bolsa.

2.1.7.6 INOCULACIÓN E INCUBACION DEL SUSTRATO

Para la siembra del hongo se requiere un área cerrada, limpia y desinfectada. La siembra inicia cuando el sustrato se enfría a una temperatura no mayor a 30°C, de lo contrario el micelio puede perecer. Se coloca una pequeña porción de inóculo (granos de trigo invadidos), en una proporción de 1-5% en peso (algunos investigadores sugieren hasta 10%), en cada una de las bolsas de polipropileno que contiene sustrato y se mezcla lo más homogéneamente posible (García, 2007).

Las bolsas de sustrato sembrado se colocan en el cuarto de incubación a una temperatura de 25-28°C, y se mantienen en oscuridad hasta la invasión total del micelio. Esta etapa puede abarcar 2 o 3 semanas (Fernández, 2004). Dos o tres días después de iniciar la incubación, verificar el crecimiento del micelio y hacer perforaciones en las bolsas con una navaja previamente esterilizada, con el fin de permitir el ingreso del aire que necesita el micelio y la salida de gases que se generan en el sustrato. Si se observan posibles signos de contaminación, las bolsas deben retirarse inmediatamente para evitar que otras bolsas se contaminen (Alcalde & Salgado, 2001; García-Hernández et al., 2006).

2.1.7.7 FRUCTIFICACIÓN

Una vez que el micelio invada completamente el sustrato, retirar las bolsas de plástico y llevarlas al cuarto de fructificación. Con un descenso de la temperatura (13-18°C), 80-95% de humedad relativa (Cho, 2005) y en algunos casos mediante luz natural (12h/día) y aireación (condiciones ambientales adecuadas para la fructificación), se generan estímulos que desencadenan un proceso irreversible de inducción de botones, también llamados primordios (pueden observarse en la figura 4); que posteriormente se transformarán en sombreros, también conocidos como carpóforos o basidiocarpos (figura 5) (France et al., 2000). Así, según Cho (2005), la especie pasa de la etapa de crecimiento vegetativo a la de fructificación o reproducción. Cuando los primordios aparecen, aspersar agua durante el día para su desarrollo.

2.1.7.8 COSECHA

Ardón (2007) y Yang et al. (2013) mencionan que cuatro a seis días después de la aparición de los primordios, los basidiocarpos estarán listos para cosecharse cuando el sombrero se observe compacto, turgente y totalmente extendido, sin el margen enrollado hacia arriba. La producción suele darse en tandas u oleadas; es decir, los carpóforos salen abundantemente durante tres a ocho días, luego hay una parada de diez a veinte días, después vuelven a abundar otra semana, y así sucesivamente. Con una navaja esterilizada se cortarán los carpóforos desde la base, en la unión con el sustrato, evitando dañar tanto al cuerpo fructífero como al sustrato. La primera oleada es la que produce más cantidad de setas y, normalmente, no es económicamente rentable esperar tras la tercera oleada (García, 2007; Palacios, 2000).

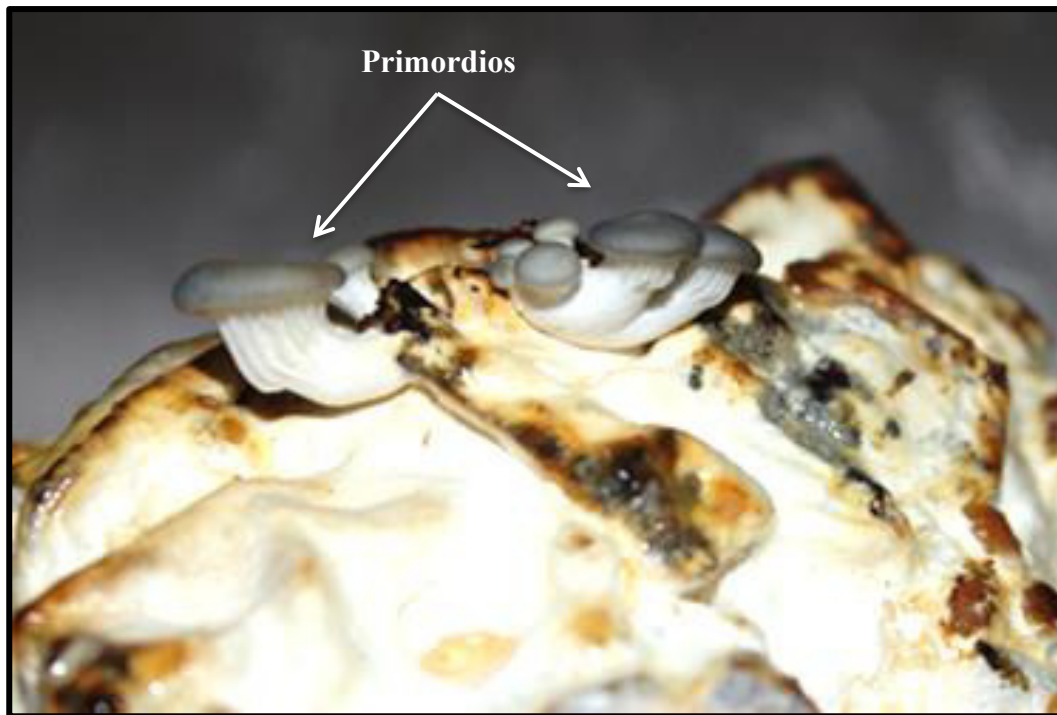


Figura 4: Aparición de primordios en la etapa de fructificación



Figura 5: Desarrollo de los carpóforos o basidiocarpos (antes primordios)

Al terminar la producción, el sustrato degradado de hongos (SDH) puede reincorporarse al ecosistema utilizándose de numerosas formas, tales como producción de biogás, mejoradores de suelo, abonos orgánicos (por su alto contenido en nitrógeno, fósforo y potasio), complemento en el alimento para ganado (el micelio es fuente de fitohormonas y otras sustancias biológicamente activas), etc. (Albertó, 2008; Chang, 2007; García, 2008; Grodzínskaya et al., 2002; Labarère & Bois, 2001; Soto, Saucedo, Pablos, Gutiérrez & Favela, 1999).

2.1.8 PLAGAS, CONTAMINANTES Y ENFERMEDADES

Albertó (2008) considera que, en general, los hongos comestibles no sufren enfermedades que causen grandes estragos, y pueden ser solucionadas sobre la base de la prevención y el trabajo a conciencia. La higiene del cultivo es sin lugar a dudas una de las claves más importantes para evitar plagas, contaminantes y enfermedades.

2.1.8.1 PLAGAS

Las plagas son animales que causan daños directos o indirectos al cultivo (García, 2007). Las constituyen insectos que atacan a los cultivos tanto en incubación como en el área de producción, atraídos por el olor del sustrato. Estos insectos son de las llamadas “moscas de los hongos”. Los principales son colémbolos y dípteros.

Los colémbolos son insectos diminutos sin alas que pueden dar saltitos gracias a un aparato bifurcado que tienen debajo del abdomen. Se reproducen por huevos y a las 5-7 semanas ya son adultos. Se encuentran en gran cantidad entre las laminillas que hay bajo el sombrero de las setas y forman pequeñas galerías, secas y de sección oval en la carne de los hongos. También pueden atacar al micelio si el sustrato está demasiado húmedo. Destaca la especie *Hypogastrura armata* (García, 2007).

Los dípteros son moscas y mosquitos. El daño lo causan sus larvas, con aspecto de gusanos sin patas que en un principio se alimentan de las hifas del micelio, y luego hacen pequeñas galerías en los pies de las setas y en los sombreros. Destacan algunas especies de

mosquitos de los géneros *Lycoriella*, *Bradysia*, *Heteropeza*, *Mycophila* y moscas del género *Megaselia* (García, 2007).

Otros insectos comunes en los cultivos de setas son los ácaros, y las llamadas “catarinas”, pequeños escarabajos de los géneros *Mycotretus* y *Pseudyschirus* que se comen los hongos en desarrollo (Gaitán-Hernández et al., 2006).

2.1.8.2 CONTAMINANTES

Gaitán-Hernández et al. (2006) indican que, por lo general, los contaminantes aparecen durante la fase de incubación, debido principalmente a la mala pasteurización del sustrato, al mal manejo del mismo o a la falta de higiene durante la siembra. De no realizar un manejo adecuado, estos son uno de los principales problemas a los que se enfrentan los productores de setas.

Los contaminantes son mohos, levaduras y bacterias; siendo los de mayor importancia los hongos como *Trichoderma*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Rhizopus*, *Aspergillus*, *Neurospora* y *Coprinus*. Estos hongos aparecen en forma de manchas verdes, amarillentas, negras y/o anaranjadas sobre el sustrato, invadiéndolo de forma rápida y evitando el crecimiento micelial de las setas. Su presencia se ve favorecida por la alta humedad en el ambiente y en el sustrato, así como por alta temperatura, luz directa, entre otros.

2.1.8.3 ENFERMEDADES

García (2007) indica que las enfermedades que se manifiestan en las fructificaciones son causadas en gran medida por bacterias, hongos inferiores patógenos o competidores y virus (los cuales son difíciles de detectar según Albertó, 2008). Estos microorganismos se propagan rápidamente a través del agua, insectos, utensilios sucios, e incluso por el aire; por lo que su tratamiento y control es realmente difícil. Las enfermedades se favorecen con la humedad excesiva, el calor y una escasa ventilación, provocando que en los púleos de los hongos aparezcan zonas de color amarillo, anaranjado o café, que se pudren con rapidez y despiden un mal olor, afectando los rendimientos de producción (Gaitán-Hernández et al., 2006).

Una de las principales bacterias que causa enfermedades en el cultivo y manchas en las fructificaciones son las *Pseudomonas* (normalmente se encuentran en la tierra, pero se transforman alimentándose de líquido procedente de las setas y del micelio), tales como la mancha bacteriana o mancha parda *Pseudomonas tolaasi*, la mancha rojiza *Pseudomonas gingeri* y *Pseudomonas agarici*, que produce manchas de color crema que se vuelven mucosas (Albertó, 2008; Vedder, 1986). *Pseudomonas tolaasi* es una bacteria que ataca en cualquier fase del cultivo, desde el micelio en incubación a las setas ya formadas, disminuyendo o anulando la producción. En los sombreros de los ejemplares enfermos aparecen zonas de tamaño variable de color amarillo-pardusco o anaranjado, que acaban pegajosos y si la temperatura y humedad son altas, se pudren pronto y huelen mal (García, 2007).

Entre las enfermedades causadas por hongos, frecuente es la llamada “Telaraña”, causada por el hongo *Dactylium dandroides*, cuyos finos filamentos crecen rápidamente y se extienden sobre la superficie del sustrato y de las setas, cubriéndolas con un moho blanquecino, primero ralo y luego denso y harinoso. En las partes viejas las formas perfectas forman puntos rojizos; los ejemplares atacados se vuelven blandos, amarillento-parduscos y se acelera su descomposición. Incluso puede atacar a las setas recolectadas (García, 2007).

2.1.9 CONSERVACION

Pleurotus ostreatus es muy perecedero debido a su composición (elevado contenido de humedad), alta actividad de enzimas tales como proteasa y polifenoloxidasas, su alta tasa respiratoria y la transpiración muy rápida; entre otros factores que inducen a un veloz deterioro postcosecha. La deshidratación, la pérdida de sustrato sólido, la disminución de proteína y azúcar, y las reacciones de pardeamiento; limitan su vida comercial en fresco a unos pocos días (de 7 a 10 días a 1,5°C) (De Michelis et al., 2009; Omarini et al., 2010). Para prolongar su duración se recurre a métodos o formas de conservación.

Según Talledo (1998), estos son algunos de los métodos que se aplican para mantener las cualidades de las setas en el tiempo:

a. Refrigeración

El almacenamiento es de 0-2°C y 85-90% de humedad relativa, considerándose un tiempo de duración de 5 días.

b. Congelación

Cuando los hongos se congelan rápidamente en crudo, conservan todo su sabor y atractivo cerca de un mes. Después, los tejidos se vuelven negros por acción de las enzimas oxidantes (polifenoloxidasas, peroxidasas, entre otras). Por otro lado, se pueden conservar más tiempo en estado de congelación, si se escaldan con vapor o con agua hirviendo antes de ser congeladas o si se tratan con métodos rápidos de congelamiento. *Pleurotus ostreatus* puede ser almacenado a -18°C, la pérdida de calidad es mínima. Para conseguir un producto de alta calidad se recomienda el método de congelación IQF (Individual Quick Frozen), por lecho fluidizado. El envasado al vacío o el uso de soluciones de cubierta, ayudarán a prevenir la oxidación durante el almacenamiento.

c. Pasteurización

El pH de los hongos se disminuye de 6.4 a 4.4 alternando el líquido de gobierno con ácido cítrico. El tratamiento se puede hacer en baño maría.

d. Esterilización

Los hongos comestibles limpios, clasificados, cortados o enteros, serán colocados en envases de hojalata, vidrio o flexibles, de acuerdo al peso requerido y con una solución de cubierta adecuada (al natural, en vinagre, aceite, salsa o crema, en vino, etc.). Luego serán procesados al calor, de manera apropiada, antes o después de sellar el envase. El tratamiento dado a la conserva será el necesario y suficiente para inactivar las esporas del *Clostridium botulinum*.

e. Irradiación

Las setas se conservan esterilizadas por radiación. Las más empleadas son los rayos gamma (g) a partir de una bomba de cobalto, o de rayos x. Después debe conservarse el material en cámaras o recipientes estériles. Este sistema es muy costoso y de difícil manejo.

f. Liofilización

Ofrece posibilidades mucho más interesantes debido a que los procesos microbianos y enzimáticos son detenidos instantáneamente por congelación ultra rápida que precede a la eliminación del agua por sublimación.

Otras formas de conservar estos hongos son el secado o desecado, las setas en polvo (secas y trituradas, empleadas como condimento), las setas encurtidas, setas en aceite (sobre todo con setas con gran cantidad de carne o de gran tamaño) y setas en sal o salmuera (un máximo de sal de 18% m/m según el Codex Alimentarius [1981]).

2.2 CACAO

2.2.1 GENERALIDADES

El cacao es una planta tropical americana cuyo crecimiento se ve favorecido por un clima cálido y húmedo (Varnam & Sutherland, 1994). En condiciones naturales, esto es, sometido a una densa sombra, alcanza alturas que sobrepasan los 10m; mas en las condiciones generales de cultivo, y cuando ha llegado a la edad adulta, es, en promedio, de 4 a 8m, según factores edafoclimáticos (Nosti, 1963). La madera del árbol es de color claro, casi blanco, y la corteza es delgada, de color café. Según Herrera (1965), el árbol del *Theobroma cacao* L. tiene una longevidad de 40-60 años; se observa en la figura 6.

Al formarse, las hojas de las variedades Criollo y Trinitario presentan mayor pigmentación que las de variedad Forastero, que además exhibe hojas de menor tamaño

(Enríquez, 1983). Urquhart (1962) indica que cuando las hojas son jóvenes, son de un color verde claro o rojo muy suave y blandas; cuando adultas, son de color verde oscuro, delgado y de textura fina. La figura 7b. presenta una hoja adulta del árbol *Theobroma cacao* L.



Figura 6: Árbol del *Theobroma cacao* L.

El árbol de cacao es *caulifloro*, es decir, florece en las partes más viejas del tronco y ramas desprovistas de hojas (Urquhart, 1962); y, en general, es difícil encontrar genotipos que florezcan en ramas nuevas (Enríquez, 1983). Braudeau (1981) y Cesare (1983) mencionan que las flores aparecen en grupos que forman ligeras prominencias, llamados cojines florales (conocidos también como inflorescencias, ver figura 7c). Hardy (1960) indica que un solo cojín floral contiene 40 a 60 flores, y que las diferencias o variaciones en la cantidad son atribuidas a la herencia.

Generalmente, las primeras flores de un árbol de cacao aparecen pasados los tres años de vida, pero en los híbridos interclonales o variedades muy precoces, la floración es mucho más temprana (14-24 meses) (Braudeau, 1981). El árbol florece durante todo el año, aunque algunas variedades sólo florecen por algunos meses (Enríquez, 1983). La flor es hermafrodita, de pequeña talla (su diámetro varía de 0.5 a 2cm), regular, pentámera, de ovario súpero. Está formada por un pedicelo, cinco sépalos (*cáliz*), cinco pétalos (*corola*) y

el *androceo*, formado a su vez por cinco estambres blanquecinos alternados con los pétalos (en la misma envoltura) y con los cinco estaminodios, rectos, lanceados y muy rojizos (Nosti, 1963). La figura 7d. muestra el tamaño y la forma de la flor del cacao.

Wood (1982) afirma que el cacao difícilmente se puede autofecundar en la misma flor; en general, presenta *polinización entomófila*, es decir, se poliniza gracias a la intervención de mosquitas del género *Forcipomyia* y algunos otros insectos. Enríquez G. (1983) indica que la apertura de las flores se inicia en la tarde, desde las 5pm aproximadamente, y Enríquez S. (2007) añade que pueden ser fecundadas durante todo el día siguiente. Si una flor no es polinizada se cae en el transcurso de 24 horas. Un árbol completamente desarrollado puede producir en un año más de 10 000 flores; de las cuales, según Beckett (2000), Hardy (1960) y Varnam & Sutherland (1994), menos del 1% fructifican, produciendo de 20 a 40 frutos por año, que maduran en un periodo de 5-6 meses.

Los árboles empiezan a dar frutos desde el tercer o cuarto año de su existencia, alcanzando la plenitud de su desarrollo a los 6-7 años de vida según Beckett (2000) ó 12-15 años, según Herrera (1965); continuando su producción por 50 años o más. El color varía cuando el fruto está en desarrollo de verde hacia amarillo; el grosor de la cáscara es también variable, estando el epicarpio y endocarpio carnosos separados por una camada fina y leñosa del mesocarpo (Benito, 2009). El fruto se une al árbol por un fuerte pedúnculo leñoso, desarrollado de la flor (Nosti, 1963). En la figura 7e. y 7f. se observa el fruto de cacao recién formado y maduro, respectivamente.

El Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI, 2013) señala que el fruto del cacao es una baya grande llamada “mazorca”, carnosa, ovalada, puntiaguda y con camellones longitudinales. Cada mazorca contiene un cordón fibroso y blanco, que sirve de asiento a cada uno de los granos o almendras que se hallan envueltos en la pulpa blanca o cremosa, muy jugosa y azucarada (Beckett, 2000; Herrera, 1965; Nosti, 1963). Por lo general, cada mazorca contiene entre 30 y 40 almendras, que son cuerpos aplanados elipsoidales más o menos comprimidos, de 12 a 25mm de longitud por 6 a 15mm de ancho, cubiertos de una cáscara delgada de color pardo rojizo que se rompe fácilmente (Rimache, 2008). Estas almendras (ver figura 7a.) se caracterizan por contener un aceite esencial que le da un sabor aromático característico.



Figura 7: Morfología del *Theobroma cacao* L.

**a. Semillas, b. Hoja, c. Inflorescencias, d. Flor, e. Fruto en formación y
f. Fruto maduro**

2.2.2 CLASIFICACIÓN TAXONOMICA

En 1737, el botánico Linneo denominó al árbol de cacao: *Theobroma cacao* (“Alimento de los dioses”), recordando así el origen divino que los aztecas le atribuían (Braudeau, 1981). Se considera que el cacao es originario de América Central y del Sur (Beckett, 2000), siendo una de las veintidós especies que constituyen el género *Theobroma*, pero la única que reviste poder comercial. En ocasiones se utilizan otras especies como adulterantes (Arévalo E., Zuñiga, Arévalo C. & Adriazola, 2004; Benito, 1992; Wood, 1982).

Arévalo et al., (2004), Benito (1992), Enríquez (1983) y Herrera (1965) mencionan que taxonómicamente el cacao se ubica de la siguiente forma:

REINO	Vegetal
DIVISIÓN	Spermatophyta
SUBDIVISIÓN	Angiosperma
CLASE	Dicotiledóneas
ORDEN	Malvales
FAMILIA	Sterculácea
GÉNERO	<i>Theobroma</i>
ESPECIE	<i>Theobroma cacao</i> L.

2.2.3 VARIEDADES DE CACAO

La especie *Theobroma cacao* comprende una gran variedad de formas y poblaciones muy diferentes. Se han hecho muchas clasificaciones respecto a las variedades de cacao, siendo la más aceptada por la mayoría de autores la que propuso Urquhart en 1961, una clasificación simplificada que divide estas variedades en: Cacao Criollo, Forastero Amazónico y Trinitario o Híbrido (Aliaga, 1983; MINAGRI, 2013). Sin embargo, nuevos estudios han mostrado que esta clasificación no describe suficientemente la variabilidad de la especie. La mayoría de las formas de cacao cultivadas mundialmente hoy en día son híbridos de orígenes mixtos que no pueden ser completamente incluidos dentro de esta división clásica (Dostert, Roque, Cano, La Torre & Weigend, 2012).

La delimitación clásica de grupos, ya sin base científica, puede resumirse de la siguiente manera:

2.2.3.1 CRIOLLO

A pesar de que los albores de su historia son oscuros, es probable que este grupo centroamericano fuera transportado por el hombre desde Sudamérica, y que no sea verdaderamente nativo (Rimache, 2008). Hasta la mitad del siglo XVIII esta era la forma de cacao más frecuentemente cultivada, y en la actualidad representan entre un 10 a 15% de la producción mundial de cacao (García, 2000).

Los cacaos criollos son calificados como los mejores de todos en cuanto a calidad, reconocidos como “cacaos superiores o selectos”. Su producción es de cantidades inapreciables debido a su poco rendimiento y mayor susceptibilidad a las enfermedades, de ahí que sea poco cultivado. Beckett (2000) los considera cacaos de flavor intermedio, y Herrera (1965) menciona que a veces se les llama cacao dulce, por su gusto dulce, con ligero amargo y aroma delicado.

El cacao Criollo comprende árboles delgados. Las mazorcas son grandes y la coloración puede ser roja o amarilla al madurar (Rimache, 2008; Urquhart, 1962), con diez surcos profundos muy rugosos y punteados (cinco surcos más profundos que los otros, alternados) (Benito, 1992; Nosti, 1963), con pared delgada y fácil de quebrar o cortar (Cesare, 1983). Los surcos se disponen longitudinalmente, siendo su forma ancha en la extremidad que pega al pedúnculo y termina en una punta más o menos aguda y curvada (Aliaga, 1983). Las semillas son grandes y de color crema o blanquizas, de sección casi redonda y no aplastadas por sus lados (Beckett, 2000; Benito, 1992). Aliaga (1983), Rimache (2008) y Urquhart (1962) indican que en algunos casos la periferia puede ser de un color violeta pálido, pero con el centro blanco.

Según García (2000), el cultivo comercial se desarrolla principalmente en las áreas de origen en Venezuela, México, Nicaragua, Guatemala y Colombia. Para algunos chocolates “gourmet”, normalmente puros o negros, las habas provienen de cacaos aromáticos, con frecuencia del tipo criollo, que se producen en pequeñas áreas de cultivo como Ecuador, las islas del Caribe y Papúa Nueva Guinea (Beckett, 2000).

En países de habla hispana de América, “Criollo” es frecuentemente traducido como “nativo” y comprende no sólo las formas típicas de Criollo, sino además todos los cultivares tradicionales.

2.2.3.2 FORASTERO

Según Aliaga (1983), la variedad Forastero está distribuida en forma natural en la cuenca superior del Amazonas y sus afluentes, y comprenden las formas de cacao que no son Criollo ni de origen híbrido. Por su parte, Rimache (2008) indica que los cacaos forasteros amazónicos comprenden los cacaos ordinarios de Brasil, África Occidental y el cacao Nacional de Ecuador.

Benito (1992) menciona que los tipos forasteros de cacao constituyen la mayor parte de los cacaos cultivados en todos los países productores e incluyen muchos subtipos. García (2000) afirma que representan el 65% de la producción mundial, siendo los más importantes a nivel comercial, aunque considerados como “cacaos ordinarios” y amargos.

A la variedad Forastero le corresponde árboles de mayor desarrollo que el Criollo, son más vigorosos, de mayor rendimiento y más resistencia a las enfermedades fungosas (Beckett, 2000). Se caracteriza principalmente por su fruto verde en estado inmaduro y amarillo al madurar (Rimache, 2008), una cubierta o pericarpio del fruto gruesa, difícil de cortar (Cesare, 1983), la superficie más o menos lisa, con surcos y rugosidades leves o nulas, y de extremos redondeados o de punta muy corta (Aliaga, 1983). Las semillas son redondeadas y ligeramente aplanadas (Beckett, 2000), con cotiledones de color violeta oscuro, algunas veces casi negro (Dostert et al., 2012; Rimache, 2008).

Urquhart (1962) los considera como cacaos ordinarios del Brasil, Perú, Bolivia y sur de Colombia. La mayoría del cacao que se cultiva actualmente en África Occidental, Brasil, América Central y el Caribe pertenece a este grupo (Dostert et al., 2012).

Es difícil hacer una clasificación fija para los forasteros porque sus características aparecen combinadas en distintas formas (abarca una alta variabilidad genética), tal vez como resultado tras siglos de hibridaciones y/o mutaciones o como resultado de las condiciones ambientales locales. Ambas situaciones deben haber influido, pero de las

mezclas que se han producido han resultado hibridaciones de unos tipos forasteros con otros, habiéndose dado también cruces entre forasteros y criollos (Benito, 1992).

2.2.3.3 TRINITARIO

El grupo Trinitario comprende híbridos entre los dos primeros grupos, Criollo y Forastero (Benito, 1992). Urquhart (1962) lo considera un grupo muy complejo en donde es necesario revisar un poco de historia para comprender su procedencia:

En el siglo XVII se cultivaba Cacao Criollo en Trinidad, pero en 1727 un brote epidémico acabó con dichas plantaciones. 30 años más tarde se introdujo cacao de Venezuela de un lugar no muy determinado (posiblemente de la cuenca del Orinoco), pero no era ni Criollo-Venezolano, ni Forastero Amazónico, más bien parecía una mezcla de ambos. Al llevar este material a Trinidad, se mezcló con algunos Criollos que aún quedaban como reliquias y sus características dieron una población híbrida, teniendo como característica más resaltante su heterogeneidad (Aliaga, 1983, p. 13).

Después de 70 años se transportó cacao de Trinidad a Venezuela, pero no se le reconoció como una variable venezolana y por ser tan diferente al Criollo del lugar, se optó por llamarlo Trinitario. García (2000) menciona que el 20% de la producción mundial de cacao se origina en las formas Trinitario.

Las plantas son normalmente muy robustas con frutos verdes o pigmentados y con semillas violeta claro a violeta oscuro (Dostert et al., 2012). Cesare (1983) considera que casi siempre las mazorcas presentan un ligero estrangulamiento próximo a la base. Rimache (2008) concluye que este tipo de cacao es muy polimorfo, no siendo posible delimitarlo a través de características comunes.

2.2.3.4 NUEVOS TIPOS MEJORADOS DE CACAO

Según Benito (1992), el incremento del cultivo de cacao en las áreas favorecidas por climas y suelos adecuados ha sido impulsado gracias a las investigaciones de mejoramiento genético que se realizan en los centros de investigación internacional y nacional, que han logrado nuevos tipos de cacao que destacan por su alto rendimiento en

granos de buena calidad, resistencia a las principales enfermedades y fructificación precoz, con el objeto de no esperar los cinco o seis años que demoran los tipos de cacao tradicionales para producir, entre otras ventajas.

Al trabajar a partir de los tipos de cacao ya conocidos, se han obtenido como resultado dos nuevos grupos de tipos de plantas productoras: cacao clonales e híbridos.

a. Cacao clonales: se llama clon al material de propagación agámica genéticamente uniforme, derivado originalmente de un solo individuo o planta madre selecta, en el que se mantiene la estabilidad de sus características y se propaga exclusivamente por medios vegetativos (estacas, acodos e injertos) (García, 2000).

b. Cacaos híbridos: una variedad híbrida es una población de plantas con distinto componente hereditario que se han originado por cruzamiento y se propaga por semilla botánica. García (2000) menciona que el potencial productivo de las variedades híbridas es muy alto (mayor de 4000 kg/ha).

2.2.3.5 VARIEDADES EN EL PERÚ

El cultivo formal de cacao en Perú comenzó en el siglo XVIII. En ese tiempo se introdujeron cultivares desde el Caribe, América Central y Ecuador. Hoy en día se siembran en nuestro país los cultivares tradicionales e híbridos de formas peruanas de Forastero con cultivares que se introdujeron en la segunda mitad del siglo XX, por lo tanto, las formas cultivadas muestran una alta variabilidad genética (Dostert et al., 2012).

En la zona norte del país existe una variedad denominada “porcelana” por el color blanco de las semillas (cacao blanco), caracterizada por presentar una marcada uniformidad fenotípica en el color de la mazorca y arquitectura del árbol, sabor a panela/malta, acidez frutal, toques florales, gusto a buen chocolate, sabor agradable y susceptibilidad a la “pudrición parda” y “moniliasis”. Esta variedad, ganadora de diferentes concursos nacionales (Ministerio de Agricultura [MINAG], 2012), se cultiva en las provincias de Morropón y Huancabamba (Piura), y su origen probablemente se remonta a una variedad criolla que se cultiva en la zona vecina de San Ignacio (Cajamarca).

2.2.4 ENFERMEDADES

El cacao (en especial los de tipo fino) es sensible a una gran variedad de plagas y enfermedades, algunas de las cuales causan daños considerables y reducciones significativas en los rendimientos. En los peores casos, enfermedades individuales pueden acabar con plantaciones completas. Algunas estimaciones sugieren que el 30-40% de la cosecha mundial de cacao se pierde por enfermedades (International Cocoa Organization, [ICCO], 2014).

Las enfermedades fungosas más importantes en Perú son la Moniliasis, Escoba de bruja y Pudrición negra. También pueden ser importantes la Agalla del cojín, el Mal del machete, el Pie negro y el Mal rosado (Arévalo et al., 2004; Benito, 1992; Cesare, 1983; Dostert et al., 2012).

2.2.4.1 MONILIASIS DEL CACAO

También llamada “Pudrición acuosa de la mazorca por *Moniliophthora*” o enfermedad de Quevedo, nombre tomado de la región de Ecuador donde causó grandes pérdidas después de su aparición alrededor de 1915. Se piensa que la enfermedad se originó en Ecuador y se extendió hacia el sur a Perú y Venezuela, y al norte a las áreas productoras de cacao en Colombia (Hardy, 1960).

La Moniliasis, detectada por primera vez en Perú el año 1988 en Bagua Grande (Amazonas), es actualmente una de las más dañinas (Marín, 2000). La enfermedad es causada por el hongo *Moniliophthora roreri*, Cif and Par. que ataca las mazorcas de cacao en cualquier estado de su desarrollo (Arévalo et al., 2004), y para el cual no se han encontrado huéspedes alternos. Hardy (1960) indica que los daños de insectos proporcionan un medio fácil de entrada para el hongo, y las mazorcas heridas son más propensas a la infección que las sanas. En la Tabla 5 se detallan los síntomas que presentan los frutos atacados con la enfermedad, según su estado de desarrollo.

Tabla 5: Estadio de la infección de frutos

ETAPA	SÍNTOMAS
Frutos recién formados, < 20 días	Produce un chupado o marchitez. Los frutos detienen su desarrollo adquiriendo una coloración marrón húmeda.
Frutos < 3 meses	Aparecen deformaciones o “jibas” ligeramente pálidas, los frutos se momifican y permanecen adheridos al árbol.
Frutos > 3 meses	Aparecen manchas que se vuelven de color café claro y crecen hasta cubrir toda la superficie del fruto, que en condiciones de alta humedad, se cubre con una capa de micelio color blanco-crema. Estas conidias reproducen la enfermedad y son diseminadas fácilmente al golpear los frutos, por efecto del viento, la lluvia y los insectos, hacia las mazorcas sanas donde se reinicia la enfermedad.

Fuente: Arévalo et al. (2004); Fonseca, Del Águila & Vidal (2009).

2.2.4.2 ESCOBA DE BRUJA

Esta enfermedad es un factor limitante de la producción de cacao en varios países del Hemisferio Occidental y era considerada la más destructiva en el Perú antes de definirse la “Moniliasis” del cacao (Arévalo et al., 2004).

La causa es el hongo *Crinipellis perniciosa* (Stahel) Singer, conocido originalmente como *Marasmius perniciosus*, identificado en Surinam; lugar donde apareció por primera vez en 1895, provocando una rápida disminución en la producción (Hardy, 1960). Se le encuentra en Venezuela, Colombia, Perú, Ecuador, Guyana y Surinam del continente de América del Sur, así como en las islas de Trinidad, Tobago y Granada del Caribe (Rimache, 2008).

El síntoma más obvio de la enfermedad y al que debe su nombre, es la presencia de las ramas o escobas vegetativas características, causadas por el desarrollo hipertrófico de una yema normal que se abre (Rimache, 2008). Afecta también los cojines florales, las flores, las hojas, y sobre todo los frutos, especialmente cuando son pequeños (Benito, 2009).

2.2.4.3 MAZORCA NEGRA Y EL CHANCRO DEL TALLO

Estas enfermedades son causadas por diferentes especies del género *Phytophthora*. En nuestro país se ha mencionado a *Phytophthora palmivora* (Arévalo et al., 2004), la especie más frecuente a nivel de Sudamérica (Marín, 2000), que se presenta en todas las regiones donde se cultiva cacao. Las pérdidas globales que ocasiona esta enfermedad son enormes y fueron estimadas en un 10% de la producción mundial (Rimache, 2008).

Marín (2000) afirma que este hongo se reproduce a través de esporas, que germinan a modo de semillas en condiciones de alta humedad y penetran los órganos sanos de la planta a través de aberturas naturales, heridas o directamente, iniciándose en esa forma las infecciones.

En la mazorca negra, la planta completa puede ser infectada por el patógeno, pero el daño más intenso se presenta en el fruto, que es infectado a cualquier edad (Cesare, 1983; Hardy, 1960). Los frutos maduros que se dejan en el árbol constituyen una fuente de infección, ya que a través del pedúnculo, el hongo puede alcanzar el cojín floral, las flores, los cherelles y las hojas (Arévalo et al., 2004).

El Chancro del Tallo ataca el tronco, de allí su nombre, causando necrosis de color marrón oscuro y exudado gomoso rojizo (Cesare, 1983). En casos muy avanzados puede llegar a las raíces, las que se pudren y muestran manchas marrones rojizas (Marín, 2000). Si la necrosis avanza y llega a rodear el tallo, éste se pudre, raja y causa la muerte de la planta (Fonseca et al., 2009).

2.2.5 DISTRIBUCIÓN Y PRODUCCIÓN

2.2.5.1 DISTRIBUCIÓN Y PRODUCCIÓN MUNDIAL

El área de distribución natural del *Theobroma cacao* L. se extiende desde la región de la cuenca del Amazonas y las Guayanas hasta el sur de México (Dostert et al., 2012). Después de la llegada de los europeos a América, el cultivo de cacao se ha expandido al

Caribe, Asia y África y actualmente es pantropical, principalmente cultivado entre 10°N y 10°S.

Según el reporte anual de la ICCO (2014), para el periodo 2012/2013 la producción mundial de cacao en grano se situó en 3,931 millones de toneladas. Los productores más importantes en este periodo fueron Costa de Marfil, Ghana e Indonesia. Se estima que la producción de Costa de Marfil y Ghana representó el 58% de la producción mundial, con 2,280 millones de toneladas, mientras que América y Asia y Oceanía produjeron 618.000 toneladas y 500.000 toneladas, respectivamente.

En términos del total de la producción mundial, África sigue siendo la mayor región productora de cacao, con más del 71% de la producción mundial durante el 2012/2013. Las cuotas de América y de Asia y Oceanía se sitúan en el 16% y el 13%, respectivamente (ICCO, 2014).

2.2.5.2 DISTRIBUCIÓN Y PRODUCCIÓN EN PERÚ

En Perú, el cacao crece desde el nivel del mar hasta los 1000m de altitud, donde la temperatura anual fluctúa alrededor de 24°C y nunca exceda de 30°C, y la precipitación se encuentre por encima de los 1200mm (Benito, 2009).

El MINAGRI (2013) menciona que la mayor producción y rendimiento del *Theobroma cacao L.* en nuestro país, se ha documentado para ocho departamentos en el periodo 2012/2013: San Martín, Cusco, Junín, Ayacucho, Amazonas, Huánuco, Ucayali y Cajamarca; aunque otros departamentos también poseen el hábitat adecuado y representan pequeñas participaciones, como Loreto, Pasco y Madre de Dios. En la zona norte del país, especialmente Piura, también se cultiva cacao; en su mayoría el tipo denominado “cacao blanco” o “porcelana”, del cual se obtiene un grano de excelente calidad (MINAG, 2012).

La producción nacional de cacao en grano en el periodo 2012/2013 fue de 58.000 toneladas; y los departamentos de San Martín (37%) y Cusco (18%) concentraron alrededor del 55% del total de la producción nacional.

2.2.6 COMPOSICIÓN DE LA MAZORCA DE CACAO

Nosti (1963) menciona la composición mineral de la mazorca de cacao: 86.65% de agua, 4.56% de cenizas, 1.40% de nitrógeno, 0.409% de ácido fosfórico, 0.80% de potasa, 0.49% de cal y 0.16% de magnesio. Asimismo, indica que la cáscara de cacao contiene entre 6-8% de proteína cruda y 24-36% de fibra cruda.

Por su parte, Harrison citado por Nosti (1963), indica que la composición de la mazorca fresca de cacao, variedad Forastero, es: Agua (84,5%), Celulosa digestible (4%), Fibras leñosas (5.3%), Albuminoides (1%), Grasa (0,1%), Sacarosa (1%), Almidón (0,4%), Pectina (1,0%), Rojo de cacao (0,6%), Teobromina (0,1%), Ácido tartárico libre (0,3%), Ácido acético libre (0,1%), Magnesio (0,1%), Cal (0,04%), Potasa (0,36%), entre otros.

En la tabla 6 se indica la composición química de la mazorca de cacao fresca, según diversas fuentes.

Tabla 6: Composición química de la mazorca de cacao, fresca

COMPOSICIÓN	GUATEMALA ¹ (g/100g)	COLOMBIA ² (g/100g)	LITERATURA ³ (g/100g)
Humedad	75.0	85.0	87.4
Ceniza	2.18	1.41	0.98
Extracto etéreo	0.28	0.02	0.06
Proteína	1.55	1.07	0.79
Fibra cruda	30.3	5.45	24.0
Carbohidratos	7.18	7.05	7.73
Pectinas	-	0.89	-

* Valores de 1 y 3 expresados inicialmente en base seca, transformados para fines del caso.

Fuente: ¹ Fernández & Bressani (2000).

² Mejía & Arguello (2000).

³ Tropical Feeds - FAO (1991) citado por Tuchán (2004).

2.2.7 APROVECHAMIENTO DE LA MAZORCA DE CACAO

El cacao (*Theobroma cacao L.*) ha sido objeto de muchos estudios a nivel nacional e internacional debido a los principales productos que se obtienen de las almendras de este fruto (chocolate, cocoa, manteca, licor de cacao, etc.) y de los residuos de las almendras (cascarillas de cacao), que generalmente están relacionados con la obtención de teobromina (sustancia de gran importancia en el campo de la medicina) y manteca de cascarilla de cacao.

Habitualmente en la explotación cacaotera sólo se aprovecha económicamente la semilla; que representa aproximadamente el 10% de la masa del fruto fresco (Franco-Castillo et al., 2010), quedando como subproducto la cáscara del fruto o mazorca, la pulpa, las aguas de escurrido de la fermentación y las placas de melaza seca adheridas a los secaderos al final del proceso de secado (Nosti, 1963). Las cáscaras y pulpas siempre quedan sobre el suelo del cacahual después de partidas, para dejarlas pudrir sobre el terreno, o a lo más, enterrarlas como abono cuando ya se han desecado a consecuencia de los numerosos hongos que se desarrollan sobre la mazorca (al tener una indirecta aplicación como fertilizante), que convierten estos subproductos en una placa ligera, acartonada y rígida en cuya composición predomina la celulosa y lignina, así como cantidades apreciables de azúcar, almidón y pectinas, que le dan cierto valor como pienso para el ganado, a pesar de su contenido en materias astringentes y teobromina. El ganado ovino y caprino consume la cáscara fresca y la desecada sin podredumbre, aunque su valor alimenticio es ciertamente bajo (Ardila & Carreño, 2011; Nosti, 1963).

Ante el incremento del cultivo y producción de cacao en el mundo, cada vez hay mayor cantidad de residuos en las fincas. Acorde a las cifras del MINAGRI (2013), la actividad cacaotera en Perú ha generado un aproximado de 232 mil toneladas de cáscaras en el periodo 2012/2013 (las mazorcas representan el 80% del fruto); y se cree que los grandes productores cacaoteros ya padecen problemas para desecharlas por sus grandes volúmenes (Meier, 2011). Esto ha derivado en serios problemas ambientales, las pulpas y cáscaras dispuestas en los terrenos dan lugar a la aparición de olores fétidos y al deterioro del paisaje, así como también a problemas de contaminación de suelos y cuerpos de agua aledaños en época de lluvias por las escorrentías del agua (Franco-Castillo et al., 2010). Asimismo, existen indicios de que estas cáscaras podrían ser focos de infección de la

Moniliasis (Marín, 2000; Nosti, 1963; Parra & Sánchez, 2005), enfermedad que ataca las mazorcas y tiene gran incidencia en nuestro país; y un foco para la propagación de *Phytophthora spp*, una de las principales causas de pérdidas económicas de la actividad cacaotera (Franco-Castillo et al., 2010). Además, en época de lluvias, la forma cóncava de las mazorcas son depósitos de agua que facilitan la multiplicación de insectos (Girón et al., 2001). Esto ha motivado el desarrollo de estudios a nivel de campo con la finalidad de aumentar el valor comercial y diversificar el uso de las cáscaras de cacao.

Investigadores de México han evaluado su uso como fuente de fibra para galletas y como fuente de pectinas para mermeladas artesanales orgánicas, por su relativo bajo costo (Franco-Castillo et al., 2010). Además, se han propuesto en la literatura como fuente de polímeros útiles, desde espumas de poliuretano para uso hortícola (Padrón et al., 2004) hasta la elaboración de sales de potasio para jabón, aunque con poco porcentaje de potasio. Ardila & Carreño (2011) han propuesto su uso como adsorbente de bajo costo para tratamiento de aguas contaminadas.

En Perú, las cáscaras de cacao pueden ser usadas para preparar abonos orgánicos. Diversos estudios se han realizado incorporando cáscara de cacao en la alimentación del ganado vacuno (Universidad Nacional Agraria La Molina [UNALM]), evaluando su efecto en la producción y composición de la leche; sin embargo, no se han encontrado resultados motivadores para continuar su estudio ni utilización.

Por otra parte, el Instituto de Nutrición, Educación y Desarrollo (INED) viene impulsando nuevos usos para este residuo, útiles para la nutrición, gastronomía e industria alimentaria; que brinda además, la posibilidad de incrementar los ingresos de las familias cacaoteras si comercializan sus residuos. Las mazorcas de cacao se convierten en un ingrediente excepcional para la cocina nacional e internacional, y el sabor neutro que poseen permite que puedan ser utilizadas en la preparación de todo tipo de platos que van desde salsas y cremas (ocopa, papa a la huancaína, ají de gallina, etc.), consomés, postres y galletas, hasta pescados y cebiche (Meier, 2011).

El beneficio del cacao encierra algunas etapas. Inicialmente se cosecha el cacao (figura 8) y los frutos son colocados sobre el campo o terreno del cultivo (figura 9). Los frutos se quiebran (figura 10) para extraer las almendras (figura 11), y finalmente las

mazorcas quedan amontonadas en el campo, como se aprecia en la figura 12; hasta su lenta descomposición a través del tiempo (figura 13).



Figura 8: Cosecha del fruto maduro de cacao



Figura 9: Frutos cosechados dispuestos sobre el campo



Figura 10: Quiebre del fruto



Figura 11: Extracción de almendras de cacao



Figura 12: Mazorcas de cacao después del beneficio



Figura 13: Descomposición de las mazorcas de cacao a través del tiempo

2.3 SALSAS

2.3.1 DEFINICIÓN

La salsa es una mezcla de ingredientes, presenta una consistencia líquida o espesa y sirve de acompañamiento a algunos platos. En cada país existen salsas específicas de acuerdo a las costumbres (Marco & Meyer, 1983).

Guardería (2012) menciona que la salsa blanca es una emulsión de grasa en agua que contiene hidratos de carbono y proteínas; tradicionalmente compuesta por leche, harina de trigo, mantequilla y especias. Es parte esencial de algunas recetas y se emplea en numerosos platos aportando textura y sabor.

Por su parte, el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI, 1985) establece las siguientes definiciones.

2.3.1.1 SALSAS CONDIMENTADAS

El producto natural elaborado a base de especias y/o condimentos mezclados con otros productos alimenticios dispersos en agua, aceite, vinagre y/o almíbares, que presenta consistencia definida. Los requisitos generales se muestran en la tabla 7.

2.3.1.2 SALSA COMPUESTA

Es aquella elaborada mediante un acondicionamiento especial de los ingredientes, por ejemplo emulsificación.

2.3.1.3 SALSA SIMPLE

Es aquella elaborada mediante una mezcla simple de ingredientes.

Tabla 7: Requisitos generales para salsas condimentadas

REQUISITO	ESPECIFICACIÓN
Aspecto	Cremosa o líquida, de aspecto límpido o turbio con o sin elementos constitutivos en su suspensión.
Color	Color característico que corresponda a cada producto.
Sabor	Sabor característico que corresponda a los ingredientes empleados, no se admitirán sabores u olores extraños o no característicos del producto.
Acidez volátil (fase acuosa)	Mínimo 2.5% expresado como ácido acético
Sal	De acuerdo al producto
Azúcar	De acuerdo al producto
Acentuadores de sabor	Glutamato monosódico en dosis permitidas
Conservantes	Dosis máxima
	Ácido benzoico y sus sales 0.10%
	Ácido sórbico y sus sales 0.10%
	Dióxido de azufre 0.01%
	Ácido cítrico 2.50%
Colorantes	Aquellos indicados en la norma ITINTEC 209.134.
Otros aditivos	Tales como espesantes, gomas, emulsificantes y secuestrantes, en cantidad máximas permitidas por las autoridades competentes.

Fuente: INDECOPI (1985).

2.3.2 CLASIFICACIÓN

International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF, 1998) señala que, en base a la composición de su fase acuosa y a su vida comercial, las salsas y la mayonesa se pueden dividir en:

2.3.2.1 PRODUCTOS ESTABLES

Se trata de productos que son estables a temperatura ambiente, y no sensibles a la alteración, tanto si están en frascos abiertos como cerrados, debido a una composición de la fase acuosa que inhibe el crecimiento de los lactobacilos y las levaduras. Su vida comercial será de 6 meses a un año.

2.3.2.2 PRODUCTOS INESTABLES

Estos permiten un crecimiento rápido de lactobacilos y/o levaduras, pero las buenas costumbres higiénicas pueden restringir o impedir la contaminación y proporcionar un medio de vida comercial prolongada en el recipiente cerrado. Durante el uso por el consumidor es posible la re-contaminación que restringe la vida comercial del producto abierto a semanas (ambiente) o a meses (refrigerado).

2.3.2.3 PRODUCTOS REFRIGERADOS

Algunos productos solo tienen una vida comercial corta bajo refrigeración, y en estos productos, menos estables, un bajo nivel inicial de contaminación junto con la distribución bajo refrigeración se asocia para proporcionar la vida comercial necesaria.

2.3.3 PRINCIPALES INGREDIENTES UTILIZADOS EN LA PRODUCCIÓN DE SALSA A BASE DE *Pleurotus ostreatus*

Una salsa blanca o Bechamel esta tradicionalmente constituida por leche, harina de trigo, mantequilla y especias (Heyman, Depypere, Delbaere & Dewettinck, 2010).

Las salsas comerciales, por su parte, varían de la composición tradicional utilizando diferentes ingredientes y aditivos con el objetivo de facilitar el procesamiento industrial, así como mejorar y mantener la estabilidad del producto durante toda su vida útil (Guardeno, 2012).

2.3.3.1 MATERIA PRIMA

a. *Pleurotus ostreatus*

Los hongos comestibles frescos deberán estar sanos, limpios, firmes, indemnes, y exentos en lo posible de daños producidos por larvas y tener olor y sabor propios de su especie, como indica INDECOPI (1974c).

La norma señala también, que en la preparación del producto con hongos solo se podrán utilizar hongos comestibles frescos tratados o elaborados inmediatamente después de recogidos, antes que comience su deterioro. Deberán estar sanos, limpios, exentos en lo posible de podredumbres y tener olor y sabor propios de su especie.

2.3.3.2 INGREDIENTES

a. Agua

Desde el punto de vista cuantitativo, el agua es el constituyente principal de muchos alimentos. Es el medio en donde se llevan a cabo la mayoría de las reacciones químicas y participa como reactivo en la hidrólisis. Además, muchos de los métodos de preservación de los alimentos se fundamentan, al menos parcialmente, en la eliminación del agua o su inmovilización por incremento de sal o azúcar (Belitz & Grosch, 2011).

Etaio (2008) menciona que desde el punto de vista de la Bromatología y la Tecnología de los alimentos, el agua, además de ser el principal solvente en la naturaleza, puede ser parte de la fase dispersa en un sistema coloidal. La mayonesa, por ejemplo, es una emulsión de partículas de grasa (fase dispersa) en agua (fase dispersante) que con ayuda de un emulsificante (molécula anfipática) obtiene una consistencia (textura) muy diferente a un sistema acuoso. Por otra parte, el agua también puede actuar como fase dispersa; tal es el caso de la mantequilla y la margarina.

b. Leche en polvo

Gastronómicamente, la leche en polvo actúa como refuerzo y coagulador de cremas, salsas, sopas, entre otros. Tiene los mismos usos de la leche líquida, a diferencia que para su utilización, deber mezclarse con agua en una proporción aproximada de 1:8 (Gil, 2010).

La base proteica de las salsas la confiere la leche. Las caseínas y proteínas desempeñan un papel importante en la emulsión, estabilizando los glóbulos de grasa y aportando cuerpo (Guardeno, 2012).

Según INDECOPI (2000) la leche en polvo es un producto que se obtiene por la eliminación casi total del agua de constitución de la leche entera. Debe contener solamente las proteínas, azúcares, grasas y otras sustancias minerales de la leche (entera, descremada, o parcialmente descremada), y en las mismas proporciones relativas.

En las tablas 8 y 9 se muestran los requisitos sensoriales y fisicoquímicos de la leche en polvo establecidos por INDECOPI.

Tabla 8: Requisitos sensoriales de la leche en polvo

REQUISITO	ESPECIFICACIÓN
Aspecto	Polvo uniforme sin grumos, no contiene sustancias extrañas macro y microscópicamente.
Color	Blanco amarillento.
Sabor y olor	Agradable, no rancio, semejante a la leche fluida.

Fuente: INDECOPI (2000).

Tabla 9: Requisitos fisicoquímicos de la leche en polvo

REQUISITO	ESPECIFICACIÓN
Materia Grasa (% m/m)	Mín. 26.0
Proteína (%)	Mín. 23.4
Humedad (%)	Máx. 3.5
Acidez expresado en g de ácido láctico/100g de leche reconstituida	De 0.10 a 0.15
Índice de solubilidad en ml	Máx. 1.0
Cenizas (%)	Máx. 7.0
Partículas quemadas (ADPI)	Máx. Disco B
Humectabilidad (seg)	No aplica
Dispersibilidad (%m/m)	No aplica

Fuente: INDECOPI (2000).

c. Estabilizantes y espesantes

La base de hidratos de carbono de una salsa tradicional es la harina. En la industria alimentaria se puede sustituir la harina o complementarla con el uso de almidones y otros hidrocoloides, y así obtener la textura y el cuerpo idóneo para el producto (Sikora, Badrie, Deisingh & Kowalski, 2008).

Multón (2000) afirma que los espesantes y gelificantes alimentarios son macromoléculas que poseen un alto grado de solubilidad en agua, y la capacidad de incrementar la viscosidad. En ciertos casos, bajo la acción de agentes físicos (temperatura) y/o químicos (presencia de iones, etc.) tienen un efecto gelificante.

Lindsay (2008) afirma que según sea el hidrocoloide a usar, este puede mejorar la textura (por sus propiedades espesantes), inhibir la cristalización, estabilizar emulsiones, suspensiones y espumas o encapsular sabores en algunos productos de pastelería. Entre ellos, tenemos a los almidones modificados y las gomas.

Los almidones modificados son productos químicos que han sufrido un proceso leve de hidrólisis. Sus pastas calientes presentan menor viscosidad pero mayor gelificación que los almidones o féculas no modificados, cuando se mantienen altas temperaturas cercanas al punto de ebullición. INDECOPI (1974a) plantea los requisitos fisicoquímicos que debe cumplir el almidón modificado para ser utilizado como ingrediente dentro de la elaboración de un alimento; se muestran en la tabla 10.

Tabla 10: Requisitos fisicoquímicos del almidón modificado

REQUISITOS	ESPECIFICACIONES
Humedad, máx.	10.5 - 13,0%
SO ₂ máx.	60 ppm
pH	4.5-7.0
Viscosidad Scott	5-50 segundos
Cenizas, máx.	1.5%
Cloruros, mín.	5000 ppm
Tamaño de Partículas que pasa a través de tamiz N°80 (177u) mín.	99.5%
Tamaño de Partículas que pasa a través de tamiz N°100 (149u) mín.	97.0%

Fuente: INDECOPI (1974a).

La goma xantana (SIN 415) se obtiene por la fermentación de la dextrosa por la bacteria *Xanthomonas campestris*. Esta goma es soluble en agua y leche fría, teniendo un efecto espesante de características no tixotrópicas y alta pseudoplasticidad. Se hidrata rápidamente una vez dispersa y facilita la retención de agua produciendo soluciones altamente viscosas a baja concentración. Además, es estable en un amplio rango de pH, es soluble en frío y en caliente y resiste muy bien los procesos de congelación y descongelación. Es utilizada en aderezos fluidos para ensaladas, productos de pastelería y panadería, bebidas, productos instantáneos, alimentos enlatados, sopas, salsas, productos congelados, confitería y repostería, productos lácteos y derivados, entre otros (Cubero, Monferrer & Villata, 2002).

d. Sal

Según INDECOPI (2006), la sal es el producto comercial constituido principalmente por el compuesto químico cloruro de sodio (NaCl), con los aditivos que establece la misma norma y elaborado en condiciones tales que garanticen la ausencia de gérmenes patógenos.

e. Mostaza

Es la mezcla de mostaza en polvo procedente de las variedades de mostaza negra (*Brassica nigra L.*), parda (*Brassica juncea H.*), blanca o amarilla (*Snapis alba L.*), o mezcla de ellas con vinagre, aceite comestible, sal, azúcar y especias (INDECOPI, 1991).

La misma norma señala que la mostaza preparada deberá proceder exclusivamente de mostaza en polvo y estar exenta de materia terrosa, parásitos, mohos, suciedades y microorganismos que indiquen una manipulación defectuosa del producto.

- Se podrá agregar *Cúrcuma longa L.* (palillo).
- No se permitirá la adición de sustancias amiláceas.
- No se permitirá la adición de sustancias conservadoras.
- No se permitirá el uso de colorantes artificiales.

Gil (2010) menciona que la mostaza se utiliza para acompañar carnes, pescados, aves, embutidos, pasteles salados y en otras salsas para realzar su sabor.

Los requisitos sensoriales y fisicoquímicos de la mostaza se indican en la tabla 11 y 12, respectivamente.

Tabla 11: Requisitos sensoriales de la mostaza

REQUISITO	ESPECIFICACIONES
Aspecto	De una pasta cremosa, homogénea, suave, sin grumos.
Color	Amarillo al castaño según la variedad empleada.
Olor	Aromático acético.
Sabor	Ácido picante.

Fuente: INDECOPI (1991).

Tabla 12: Requisitos fisicoquímicos de la mostaza

REQUISITO	ESPECIFICACIÓN
Humedad (%)	Máx. 80%
Acidez expresada en ácido acético	2.5% mín y 5.0% máx.
Cenizas, máx. (%)	5.0%
Ceniza soluble en Agua, máx. (%)	4.5%
Isotiocianato de acrinilo, mín. (%)	0.18%
Fibra cruda (base seca), máx. (%)	12%

Fuente: INDECOPI (1991).

f. Especies

Según INDECOPI (1999b) son sustancias generalmente de origen vegetal, que se utilizan enteras o en polvo y que provienen de plantas enteras (hierbas) o partes de ellas (flores, hojas, frutos, tallos o raíces), que se agregan a los alimentos con la finalidad de mejorar las características sensoriales.

- Cebolla en Polvo

Según INDECOPI (1981) es un producto obtenido por la liofilización de cebollas provenientes de las especies *Allium cepa* L., libres de cáscara y finamente trituradas hasta polvo. El producto no debe presentar síntomas de rancidez, ni sabores, colores u olores que indiquen su descomposición. Las características sensoriales y requisitos fisicoquímicos de la cebolla en polvo se muestran en la tabla 13 y 14, respectivamente.

Tabla 13: Requisitos sensoriales de la cebolla en polvo

REQUISITO	ESPECIFICACIÓN
Aspecto	En polvo
Color	Blanco azulino característico
Sabor	Característico a la cebolla fresca

Fuente: INDECOPI (1981).

Tabla 14: Requisitos fisicoquímicos de la cebolla en polvo

REQUISITO	ESPECIFICACIÓN
Humedad Máx (%)	3.5
Cenizas Totales, máx. (%)	5.3%
Fibra cruda, máx.	7.0%
Tamaño de partículas que pasa por el tamiz de 0.35 mm	100%

Fuente: INDECOPI (1981).

- Ajo en polvo

INDECOPI (1976) menciona que el ajo en polvo es un producto obtenido por la deshidratación de ajos sanos, limpios y pelados, con adición de sustancias antihumectantes y/o sustancias conservantes.

Presenta como requisito durante la elaboración del producto, el empleo de un mínimo de 90% de ajos finamente triturados. A la vez el producto no debe presentar síntomas de rancidez, ni sabores, colores u olores que indiquen la descomposición del mismo.

En la tabla 15 se observan los requisitos sensoriales requeridos para el ajo en polvo, mientras que en la tabla 16 se indican los requisitos fisicoquímicos.

Tabla 15: Requisitos sensoriales del ajo en polvo

REQUISITO	ESPECIFICACIÓN
Aspecto	En polvo
Color	Blanco cremoso
Olor	Característico
Sabor	Característico, ligeramente picante

Fuente: INDECOPI (1976).

Tabla 16: Requisitos fisicoquímicos del ajo en polvo

REQUISITO	ESPECIFICACIÓN
Humedad (%)	Máx. 8.0%
Cenizas Totales, máx. (%)	4.0%
Antihumentante, máx. (%)	2.0%
Tamaño de partículas que pasa por el tamiz de 0.35 mm	100%

Fuente: INDECOPI (1976).

- Orégano en polvo

El orégano comprende varias especies de plantas que son utilizadas con fines culinarios, siendo las más comunes el *Origanum vulgare*, nativo de Europa, y el *Lippia graveolens*, originario de México (Arcila, Loarca, Lecona & Gonzales, 2004). La Norma

mexicana NMX-F 429 (1983) define como "orégano", al producto obtenido a partir de la planta aromática de hojas generalmente de color verde claro, pecioladas, ovales y lanceoladas de hasta 2cm de longitud, perteneciente a la familia de las labiadas, *Origanum vulgare* L., la cual es sometida a procesos de industrialización (limpieza, molido, etc.) para su posterior envío al mercado para su consumo.

g. Mejoradores de sabor

INDECOPI (1999a) menciona que son sustancias no alimenticias, naturales o sintéticas que se adicionan a los alimentos en cantidades establecidas, con la finalidad de darles sabor, acentuarlo o modificarlo. Los saborizantes artificiales deben ser de grado alimenticio y su uso está limitado por las buenas prácticas de fabricación.

El glutamato monosódico monohidratado es la sal sódica del ácido glutámico, que se presenta en finísimos cristales blancos con más de 99% de pureza y se representa con la siguiente fórmula: $C_5H_8O_7NNa.H_2O$ (INDECOPI, 1974b).

Se le conoce también como:

- L-glutamato monosódico monohidratado
- L- α -aminoglutamato monosódico monohidratado
- L-1-aminopropano-1,3-dicarboxilato monosódico monohidratado

La estimulación de los sentidos a causa del glutamato monosódico es especialmente en notas de aroma a carne. Las concentraciones usadas oscilan de 0.2 a 0.8% (Belitz & Grosch, 2011).

Las tablas 17 y 18 muestran los requisitos sensoriales y fisicoquímicos que establece INDECOPI (1974b) para el glutamato monosódico.

Tabla 17: Requisitos sensoriales del glutamato monosódico

REQUISITO	ESPECIFICACIÓN
Aspecto	Cristales prismático o polvo cristalino
Color	Blanco
Olor	Inodoro
Sabor	Característico
Claridad y color de solución	Clara e incolora

Fuente: INDECOPI (1974b).

Tabla 18: Requisitos fisicoquímicos del glutamato monosódico

REQUISITO	ESPECIFICACIÓN
Pureza % de $C_5H_8O_7NNa.H_2O$	99.1 %
Humedad (5h, a 98°C) % máx.	0.5
Nitrógeno %	7.42-7.53
Cloruro % máx.	0.28
Rotación específica, $\alpha_D^{20^\circ}$	Entre +24.8° y 28.3°
Arsénico (As_2O) en mg/Kg (ppm) máx.	2
Metales pesados, en mg/Kg (ppm) máx.	20

Fuente: INDECOPI (1974b).

h. Conservantes

Los conservantes son aditivos que prolongan la vida de almacén de los alimentos protegiéndolos del deterioro causado por microorganismos y sus toxinas, desencadenando la oxidación (lipídica y enzimática), los cambios de color y la inestabilidad de los componentes de los alimentos. Entre los más usados se tienen: el ácido benzoico (SIN 210), benzoato de sodio (SIN 211), ácido sórbico (SIN 200), sorbato de sodio (SIN 201), sorbato de potasio (SIN 202) y sorbato de calcio (SIN 203), entre otros (Castro, Castells & Martínez, 2010).

Farré, Barberá & Lagarda (2010) señalan que el uso de los conservantes no debe enmascarar malas prácticas de manufactura durante la elaboración del producto, ni engañar al consumidor sobre la frescura real del alimento.

Lindsay (2008) afirma que el ácido sórbico y sus sales son ampliamente utilizados en una extensa gama de alimentos tales como quesos, productos de panadería, zumos de fruta, vino y encurtidos, debido a su eficacia frente al crecimiento de mohos y levaduras.

Asimismo, el ácido benzoico es ampliamente usado como agente antimicrobiano por sus propiedades bactericidas y fúngicas. Se encuentra presente de forma natural en muchas plantas y frutas, particularmente en las semillas de anís, en la canela, clavo y las ciruelas. Se utiliza como conservante en alimentos ácidos como salsas, mermeladas, rellenos de pasteles, encurtidos, entremeses y bebidas refrescantes (Hughes, 1994).

i. Antioxidantes

Son sustancias que prolongan la vida de almacén de los alimentos, protegiéndolos del deterioro ocasionado por la oxidación (INDECOPI, 1999a). Belitz & Grosch (2011) mencionan que para la adecuada elección de antioxidantes, se deben considerar los siguientes requisitos:

- Carecer de acción tóxica.
- Actuar en pequeñas cantidades (0.01-0.02%).
- Ser liposoluble.
- Ser estables durante el procesamiento del alimento.

Por su parte, Farré et al. (2010) señalan que los mecanismos de acción de los antioxidantes son de las siguientes dos formas:

- Causando el aplazamiento de la oxidación, por eliminación de trazas de metales como el cobre y el hierro (catalizadores) o mediante la eliminación de oxígeno.

- Deteniendo la propagación de la oxidación por diversos mecanismos: unión competitiva con el oxígeno, destrucción o fijación de radicales libres, estabilización de los hidroperóxidos, entre otros.

Los principales antioxidantes según INDECOPI (1999a) son: ácido ascórbico (SIN 300), eritorbato de sodio (SIN 316), butilhidroxianisol (BHA, SIN 320), butilhidroxitolueno (BHT, SIN 321) y galato de propilo (SIN 310).

j. Acidulantes

Farré et al. (2010) indican que los acidulantes son sustancias que tienen por finalidad incrementar la acidez de un alimento a la vez que le confieren un sabor ácido. Los mismos autores mencionan que dichos aditivos tienen por objetivo evitar el desarrollo de microorganismos, mejorar el sabor y actuar de forma sinérgica con los antioxidantes, logrando así, prolongar la vida de anaquel del alimento. Los principales acidulantes son los ácidos: acético (SIN 260), cítrico (SIN 330), fosfórico (SIN 338), fumárico (SIN 297), láctico (SIN 270), málico (SIN 296), entre otros.

Belitz & Grosch (2011) afirman que el ácido cítrico además de actuar como acidulante, actúa inhibiendo el pardeamiento de frutas y hortalizas; y es obtenido por fermentación de melazas utilizando *Aspergillus niger*.

2.3.4 PRODUCCIÓN DE SALSA A BASE DE *Pleurotus ostreatus*

2.3.4.1 RECEPCIÓN

Food and Agriculture Organization (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO por sus siglas en inglés) incluye esta operación como parte de un proceso. Consiste en recibir del proveedor la materia prima requerida, de acuerdo a las especificaciones establecidas por la empresa. En seguida se realiza el control de peso y se examina que la materia prima esté sana, limpia y en buenas condiciones para procesarse.

Los hongos comestibles frescos deberán estar sanos, limpios, firmes, indemnes, y exentos en lo posible de daños producidos por larvas, y tener olor y sabor propios de su especie (INDECOPI, 1974c). De no usarse inmediatamente, se recomienda almacenarlos a una temperatura de 1.5°C por un plazo no mayor a 10 días (De Michelis et al., 2009).

Asimismo, se reciben los insumos y aditivos a utilizar. Debe verificarse que cumplan con las características sensoriales y fisicoquímicas propias del producto, señalados por INDECOPI en cada una de las normas mencionadas anteriormente.

2.3.4.2 SELECCIÓN

La selección se realiza en una mesa adecuada para tal propósito. El objetivo de esta operación es separar aquellos hongos que presenten signos de deterioro visible debido a daños físicos o microbiológicos; es decir, una separación bajo el criterio “pasa o no pasa” (Food and Agriculture Organization, 1998). Del mismo modo, cualquier materia extraña diferente de la materia prima debe ser separada. Es muy importante que todos los productos que muestren señales de descomposición sean desechados en esta operación.

2.3.4.3 LAVADO

Las setas deben lavarse antes de ser procesadas, pues son susceptibles a la contaminación con diversos patógenos que pueden afectar a los consumidores, no solo por estar expuestos directamente a los agentes de nuestro entorno, sino también durante el proceso de siembra y cultivo pueden ser blanco de diversas plagas y enfermedades (ver sección 2.1.8).

El lavado consiste en eliminar la suciedad que trae el material antes que entre a la línea de proceso, evitando así complicaciones derivadas de la contaminación que la materia prima pueda contener. El lavado debe realizarse con agua limpia, lo más pura posible y de ser necesario potable, es decir, segura para ser bebida así como apta para elaborar alimentos y/o estar en contacto con ellos (Paltrinieri, Figuerola & Rojas, 1993).

Esta operación se realiza sumergiendo los hongos en agua a temperatura de ambiente, para eliminar restos de suciedad que puedan tener adheridos al cuerpo.

Inmediatamente después se realiza la desinfección, operación que contribuye a asegurar la calidad higiénica del producto (al erradicar contaminantes que no se eliminan con el lavado) y lograr un mejor resultado después de aplicar el tratamiento térmico correspondiente.

2.3.4.4 PICADO

Esta operación tiene por finalidad reducir el tamaño de los hongos para facilitar operaciones posteriores como el escaldado, además de brindar una mejor presentación del producto. De Michelis et al. (2009) recomiendan un corte de 1cm por 1cm.

2.3.4.5 ESCALDADO

El escaldado es un tratamiento térmico que tiene por finalidad la inactivación de las enzimas como la polifenoloxidasa y peroxidasa, además de la reducción en los cambios indeseados de sabor y color (oscurecimiento).

Otros beneficios adicionales del escaldado son: la remoción de gases intercelulares, el ablandamiento de tejidos, realzar el color, facilitar operaciones mecánicas y reducir el contenido natural de microorganismos, principalmente mohos y levaduras; por tanto, tiene un efecto conservador (Mérida, 2014).

Consiste en la inmersión de las setas en agua a alta temperatura, por un periodo corto de tiempo. De Michelis et al. (2009) recomiendan un tiempo de escaldado de 150 segundos a 70°C, y una relación agua/producto de 3 a 1.

2.3.4.6 MEZCLADO Y PRECOCCIÓN

Para elaborar una emulsión se necesita aceite, agua, un emulgente (es decir, un tensioactivo adecuado), y energía (Walstra & Van Vliet, 2010). Para ello se mezcla la manteca con los hidrocoloides y la leche. A continuación se agregan el resto de aditivos, las especias y los hongos ostra. Todos son sometidos a calentamiento con agitación constante y hasta alcanzar una temperatura de 90° por 5 minutos.

2.3.4.7 ENVASADO

Operación mediante el cual el producto se introduce en el envase definitivo. Puede ser de modo mecánico o automatizado, aunque también puede hacerse a mano. En esta etapa se consideran dos factores: la exactitud del peso del producto en el envase y el control del modo de llenado para que el producto retenga la menor cantidad de aire posible (Bello, 2000).

Es conveniente llevar a cabo el llenado de los envases inmediatamente después de la preparación del producto, para evitar la contaminación, protegerlo del medio ambiente y el contacto con el aire, y favorecer la temperatura de cerrado; para finalmente ser sometido al tratamiento térmico de esterilización.

2.3.4.8 ESTERILIZADO

Técnicas primitivas de conservación se desarrollaron a partir de la experiencia y la necesidad del hombre, y fueron fundamentales para la sobrevivencia durante los largos y gélidos inviernos o las prolongadas sequías en la antigüedad. Los métodos más usados fueron el secado, ahumado, salado, encurtido y, cuando las temperaturas eran suficientemente bajas, la congelación.

Fue durante el siglo XIX, después de una serie de acontecimientos, que se asentaron las bases científicas de la conservación de los alimentos. Nicolás Appert fue quien desarrolló el proceso comercial de conservación de alimentos por esterilización, aplicado a productos diferentes a las frutas, como carnes, hortalizas, sopas, leche, etc. A partir de observaciones completamente empíricas, obtuvo conclusiones correctas sobre el tiempo de calentamiento. Fue Pasteur quien explicó científicamente el fundamento de este método de conservación dando a conocer la existencia de microorganismos causantes de la alteración de los alimentos (Casp & Abril, 2003).

La correcta conservación de un alimento exige condiciones básicas, que el alimento mantenga en perfectas condiciones sus principios nutritivos y que sean eliminadas las posibles causas que puedan provocar su alteración. En este contexto, el proceso térmico se emplea para inactivar las enzimas y destruir cualquier tipo de bacterias existentes,

liberando al alimento de los microorganismos que pueden causar daños y perjudicar la salud de los consumidores (Academia del área de plantas piloto de alimentos, 2004). Si el tratamiento no es suficiente, las bacterias que quedan vivas se multiplicarán, causando la alteración del alimento y el levantamiento del botón de seguridad de la tapa de aluminio por la generación de gases.

Mérida (2014) menciona que uno de los factores de mayor importancia que define el tipo de tratamiento requerido para un alimento es su pH. Es decir, en condiciones ácidas (pH inferior a 3.7), las bacterias no se multiplican y por ende solo es necesario un proceso de pasteurización. A pH entre 3.7 y 4.5 existen microorganismos capaces de causar alteraciones en los alimentos. A pH superiores a 4.5, es necesario un proceso relativamente más intenso como la esterilización comercial, con temperaturas de 116 a 130°C y durante un determinado tiempo; con el objetivo de que no sobreviva el *Clostridium botulinum*, bacteria que en entornos pobres en oxígeno produce toxinas peligrosas (toxinas botulínicas). La ingesta de alimentos contaminados con estas toxinas puede causar la muerte si el individuo no es tratado a tiempo.

Garda (2000) afirma que para alimentos como carnes, cremas, mariscos, sardinas y frijoles, es decir, alimentos con pH superior a 4.6; se requiere una esterilización de 30 a 90 minutos a 120°C. Este proceso se efectúa en equipos continuos o en autoclaves.

2.3.4.9 ETIQUETADO Y ALMACENADO

Condori (2002) señala que el producto debe rotularse con etiquetas que contengan información básica e importante. En seguida, se almacena a temperatura ambiente en un lugar fresco sin contacto directo con los rayos del sol o la luz. La temperatura en el almacén debe estar entre 10 y 20°C, a fin de prevenir el deterioro, cambios de sabor y color, entre otros.

2.4 EVALUACIÓN SENSORIAL

2.4.1 GENERALIDADES

La evaluación sensorial de los alimentos es, en la actualidad, una de las más importantes herramientas para el apoyo del mayor desenvolvimiento de las actividades de la industria alimentaria. Así pues, por su aplicación en el control de calidad y de procesos, en el diseño y desarrollo de nuevos productos y en la estrategia del lanzamiento de los mismos al mercado, así como la correlación con medidas químicas, físicas o instrumentales; es sin duda alguna, copartícipe del desarrollo y avance mundial de la alimentación (Pedrero & Pangborn, 1989).

Más allá de la terminología y considerando un contexto mucho más amplio, el Institute of Food Technologists (IFT) citado por Stone & Sidel (2004), define la evaluación sensorial como “una disciplina científica usada para evocar, medir, analizar e interpretar reacciones a las características de los alimentos y materiales las cuales son percibidas por los sentidos del olfato, gusto, tacto, vista y oído”.

Anzaldúa (1994) clasifica las pruebas sensoriales en tres tipos: *pruebas afectivas*, *pruebas discriminativas* y *pruebas descriptivas*.

Las pruebas afectivas determinan la aceptación, preferencia o consumo de una muestra frente a otras de similares características. Estas pruebas son las que presentan variabilidad en los resultados y además son las más difíciles de interpretar (Anzaldúa, 1994).

En las pruebas discriminativas, no se requiere la sensación subjetiva que produce un alimento en una persona, sino establecer si hay diferencias significativas entre las muestras o entre ellas y un patrón. Además permite cuantificar dicha diferencia significativa (Sancho, Bota & De Castro, 1999).

Sancho et al. (1999) mencionan que las pruebas descriptivas permiten describir, comparar y valorar las características de las muestras en relación a las categorías o tipos

establecidos previamente. Las pruebas descriptivas proporcionan más información acerca del producto que las otras pruebas; sin embargo, son más difíciles de realizar, el entrenamiento de los jueces debe ser más intenso y monitorizado, y la interpretación de los resultados es ligeramente más compleja a diferencia de los otros tipos de pruebas (Anzaldúa, 1994).

2.4.2 MÉTODOS DESCRIPTIVOS

Los análisis descriptivos clásicos son métodos más sofisticados y ampliamente utilizados para la caracterización sensorial de productos. En estos métodos, los panelistas son entrenados para operar de forma unánime, utilizando un vocabulario predefinido; como resultado, proporcionan una descripción cuantitativa y cualitativa completa de productos de acuerdo a un grupo de jueces entrenados calificados (Stone & Sidel, 2004). Además, estos métodos nos permiten determinar atributos importantes para la aceptación y son de gran utilidad cuando se requiere una completa descripción de características sensoriales, para el mejoramiento y desarrollo de nuevos productos.

No obstante, requieren no solo de largas sesiones de entrenamiento de jueces, sino también de recursos económicos a fin de proporcionar resultados fiables. Por ello las industrias no pueden utilizarlos de forma rutinaria. Los métodos más usados son las Pruebas de: sabor, textura y la de análisis descriptivo cuantitativo o QDA (Varela & Ares, 2012).

En los últimos diez años se han desarrollado nuevos métodos que implican menos tiempo y donde se utilizan jueces semi-entrenados e inclusive, consumidores. Entre los nuevos métodos descriptivos se encuentran el: Projective mapping (presentado por Risvik, McEwan, Colwill, Rogers & Lyon en 1994), Shorting (desarrollado por Lawless, Sheng & Knoops en 1995), Perfil Flash (Dairou & Sieffermann, 2002) y Napping (propuesto por Pagès en el 2005). Estos a su vez proporcionan mapas sensoriales que estadísticamente no presentan diferencia significativa con los métodos descriptivos clásicos utilizando un panel altamente entrenado (Reinbach, Giacalone, Machado, Bredie & Born, 2013).

2.4.3 PERFIL FLASH

Es un método descriptivo introducido por Dairou & Sieffermann (2002), que favorece la rápida obtención de resultados sensoriales. Es una combinación del Perfil de libre elección y la evaluación comparativa simultánea de muestras, donde las personas que realizan la prueba describen los productos y generan sus propios términos para evaluar los mismos, suprimiendo las largas sesiones de entrenamiento y proporcionando un análisis rápido y confiable (Dairou & Sieffermann, 2002; Dehlholm et al., 2012; Gamboa et al., 2012).

La metodología del Perfil Flash ha sido utilizada con éxito y aplicada en diversas investigaciones de pruebas descriptivas como, por ejemplo, en mermeladas (Dairou & Sieffermann, 2002), yogurt de fresa (Delarue & Sieffermann, 2004), salchichas (Rason, Léger, Dufour & Lebecque, 2006), textura de puré de manzanas (Tarea, Civelier & Sieffermann, 2007), en la caracterización sensorial de camarón ahumado (Ramírez et al., 2009), hamburguesas de pescado barrilete negro (Ramírez et al., 2010), para la descripción sensorial de queso fresco cuajada en diferentes localidades del estado de Oaxaca, México (Gómez et al., 2010), entre otros.

Terhaag & Benassi (2010) mencionan que los datos sensoriales generados mediante este tipo de metodología descriptiva pueden ser evaluados por el Análisis Generalizado Procrusteno (AGP), una herramienta estadística que elimina las diversas fuentes de variación entre jueces y con el cual se obtiene el mapa sensorial basado en el consenso de los mismos. El AGP se considera un análisis exploratorio de datos multivariantes y proporciona una interpretación gráfica de las distancias entre muestras, lo que se denomina espacio sensorial de atributos. Este análisis bidimensional usa traslación, rotación y escalamiento para obtener la posición media de los productos (Gómez et al., 2010; Ramírez et al., 2010; Tarea et al., 2007).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN

La parte experimental del proyecto de investigación se realizó en los laboratorios de Microbiología, Investigación y Química Analítica de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Química e Ingeniería Química de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

3.2 MATERIA PRIMA

En el cultivo y producción de *Pleurotus ostreatus* se utilizó como sustrato la cáscara del fruto maduro de cacao (*Theobroma cacao L.*, clon CCN-51) procedente de la selva central del Perú, distrito San Martín de Pangoa, provincia de Satipo, región Junín.

Para la formulación y desarrollo de la salsa se utilizó el hongo comestible *Pleurotus ostreatus*, obtenido en la primera etapa de esta investigación.

3.3 MATERIALES Y EQUIPOS

3.3.1 INÓCULO Y MEDIOS DE CULTIVO

- Granos de trigo sin procesar
- Papa amarilla fresca
- Agar marca Merck
- Dextrosa marca Merck

3.3.2 REACTIVOS QUÍMICOS

- Alcohol puro 96°
- Hipoclorito de sodio al 5,25% (v/v 1:10)

- L-triptófano marca Applichem, 99.9% pureza
- Sulfato de potasio marca J. T. Baker, pureza $\geq 99.0\%$
- Sulfato de cobre marca Merck, pureza 99.0-100.5%
- Ácido sulfúrico marca Merck, al 0,1N, 1,25% y de grado QP
- Hidróxido de sodio marca Merck, ρ 1,36 y al 1,25%
- Indicador rojo de metilo marca Merck
- Fibra de cerámica marca Merck
- Yeso (sulfato cálcico bihidrato, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) marca Comacsa
- Carbonato de calcio (carbonato cálcico, CaCO_3) marca Comacsa

3.3.3 MATERIAL DE VIDRIO Y AFINES

- Matraz de Erlenmeyer de 100, 500 y 1000mL
- Vaso de precipitado de 50, 200, 400, 500 y 1000mL
- Balones para digestión de 800mL
- Matraz kitasato de 1000mL
- Matraz balón de 500mL
- Fiola de 100mL
- Pipetas de 1 y 5mL
- Probeta de 100mL
- Bureta de 50mL
- Placas de Petri
- Placas de aluminio
- Cápsulas de porcelana de 40mL
- Crisol de filtración de 40mL
- Desecador con sílica gel activada
- Frascos de vidrio para almacenar el medio de cultivo APD
- Frascos de vidrio de 300mL con tapa

3.3.4 OTROS MATERIALES

- Pizetas

- Cartuchos de celulosa para extracción
- Algodón hidrófilo
- Mechero de alcohol
- Navaja o bisturí #4
- Bolsas de polipropileno de 20.32cm x 30.48cm x 0.002cm (8"x12"x2)
- Papel kraft, papel glassine, ligas
- Cuchillos, navaja y aguja estéril
- Estantes de plástico, mallas, aspersores
- Baldes de plástico con tapa (≈20L de capacidad)
- Gorras, mascarillas y guantes descartables

3.3.5 INSUMOS

- Agua
- Leche en polvo
- Manteca vegetal
- Sal
- Mostaza
- Cebolla en polvo
- Ajo en polvo
- Orégano

3.3.6 ADITIVOS

- Almidón modificado (SIN 1404)
- Maltodextrina (SIN 1400)
- Goma xantana (SIN 415)
- Glutamato monosódico (SIN 621)
- Ácido cítrico (SIN 330)
- Sorbato de potasio (SIN 202)
- Benzoato de sodio (SIN 211)
- Butilhidroxitolueno BHT (SIN 321)

3.3.7 MATERIAL PARA EVALUACIÓN SENSORIAL

- Formatos de evaluación
- Lapiceros
- Cucharitas descartables
- Vasos descartables de 50mL
- Vasos descartables de 100mL
- Servilletas

3.3.8 INSTRUMENTOS Y EQUIPOS

- Termómetro, escala de -10 a 110°C.
- Analizador de Humedad marca OHAUS Corporation, modelo MB45.
- Estufa universal marca Memmert, modelo UF30. Rango de temperatura 10-300°C.
- Horno mufla marca CIMATEC, modelo KL 03/12. Temperatura máxima 1200°C.
- Equipo Kjeldahl marca CIMATEC. Digestor, modelo K-424 y destilador, modelo K-350.
- Equipo extractor de grasa Soxhlet marca CIMATEC, modelo B-811.
- Cabina de Flujo Laminar (Lab culture Horizontal Laminar Flow) marca Esco, modelo LHC-4A3.
- Autoclave tipo vertical (Vertical Type Steam Sterilizer) marca GEMMY Industrial Corporation, modelo HL-341. Alta presión, rango de T: 121°C-132°C.
- Balanza marca Cavity. Capacidad 50g-1.250kg.
- Balanza analítica marca H. W. Kessel, modelo GH-200. Capacidad 10mg-220g.
- Balanza electrónica digital Pocket Scale MH-Series. Capacidad 0.01-200g.
- Balanza electrónica de plataforma TS. Capacidad 0.5-50kg.
- pH-metro marca Hanna instruments (Checker Portable pH Meter).
- Incubadora artesanal con foco incandescente de 25w y regulador Dimmer.

Se utilizaron asimismo otros equipos y utensilios tales como: plancha de calentamiento, equipo de succión al vacío, pinzas para crisol y cápsulas, cocina semi-industrial, refrigeradora, olla autoclave, mesas de acero inoxidable, cacerolas, cuchillos, entre otros.

3.4 MÉTODOS DE ANÁLISIS

3.4.1 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y PROXIMAL DE LA MAZORCA DE CACAO

3.4.1.1 pH del sustrato, por el método NMX-Y-031-SCFI-2006 (Norma mexicana).

3.4.1.2 Humedad, por el método AOAC 931.04 (2012). Sección 31.1.02. Pág. 1.

3.4.1.3 Cenizas, por el método AOAC 972.15 (2012). Sección 31.1.04. Pág. 1.

3.4.1.4 Proteína total, por el método AOAC 970.22 (2012). Sección 31.1.08. Pág. 2.

3.4.1.5 Grasa total, por el método AOAC 930.09 (2012). Sección 3.5.07. Pág. 28.

3.4.1.6 Fibra cruda, por el método AOAC 930.10 (2012). Sección 3.5.08. Pág. 28.

3.4.1.7 Carbohidratos, por cálculo. (Ver metodología, 3.5.1.7)

3.4.1.8 Energía Total (kcal/100g), por cálculo. (Ver metodología, 3.5.1.8)

Los métodos de análisis AOAC, corresponden a la Ed. XIX.

3.4.2 EVALUACIONES DE LA PRODUCCIÓN DE *Pleurotus ostreatus*

3.4.2.1 PESO FRESCO DE CARPÓFOROS (g/kg sustrato). Es el peso fresco de los carpóforos producidos por unidad experimental, inmediatamente después de la cosecha (en gramos).

3.4.2.2 EFICIENCIA BIOLÓGICA (% E.B). Es la bioconversión de la energía y biodegradación del sustrato para la producción de cuerpos fructíferos (Tuchán, 2004). Este parámetro permite evaluar la producción de hongos frescos sobre el sustrato seco de cultivo, expresado en porcentaje. Se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$E.B = \frac{\text{Peso de Carpóforos frescos (g)}}{\text{Peso del sustrato seco (g)}} \times 100$$

3.4.2.3 RENDIMIENTO (% R). Es la relación entre el peso fresco de los cuerpos fructíferos (g) y el peso húmedo del sustrato (g), expresado en porcentaje (Flores, 2012; García, Bermúdez & Serrano, 2011). Se determinó con la siguiente ecuación:

$$R = \frac{\text{Peso de Carpóforos frescos}}{\text{Peso húmedo del sustrato}} \times 100$$

3.4.3 ANÁLISIS FISICOQUÍMICO Y PROXIMAL DEL *Pleurotus ostreatus*

3.4.3.1 Humedad, por el método AOAC 971.28 (2005). Ed. XVIII, Cap. 42. Pág. 11.

3.4.3.2 Cenizas, por el método AOAC 940.26A (2005). Ed. XVIII, Cap. 37. Pág. 7.

3.4.3.3 Proteína, por el método AOAC 920.152 (2005). Ed. XVIII, Cap. 37. Pág. 10.

3.4.3.4 Grasa total, por método AOAC 920.177 (2005). Ed. XVIII, Cap. 44. Pág. 24.

3.4.3.5 Carbohidratos, por cálculo.

3.4.3.6 Energía total (kcal/100g), por cálculo.

Los análisis de humedad, ceniza, proteína, grasa, carbohidratos y energía total; fueron solicitados a la Sociedad de Asesoramiento Técnico (SAT), y los resultados, recibidos a través del Informe de Ensayo N° DT-03646-01-2014, adjuntado en el Anexo I.

3.4.4 ANÁLISIS FISICOQUÍMICO Y PROXIMAL DE SALSA A BASE DE *Pleurotus ostreatus*

3.4.4.1 pH, por el método AOAC 981.12 (2012). Ed. XIX, Cap. 42. Pág. 2.

3.4.4.2 Humedad, por el método NTP 209.253 (1988) (Revisada 2010).

3.4.4.3 Cenizas, por el método AOAC 940.26A (2005). Ed. XVIII, Cap. 37. Pág. 7.

3.4.4.4 Proteína, por el método AOAC 920.152 (2012). Ed. XIX, Cap. 37. Pág. 10.

3.4.4.5 Grasa total, por método AOAC 920.172 (2005). Ed. XVIII, Cap. 43. Pág. 7.

3.4.4.6 Carbohidratos, por cálculo.

3.4.4.7 Energía total (kcal/100g), por cálculo.

Los análisis de pH, humedad, ceniza, proteína, grasa, carbohidratos y energía total, fueron solicitados a la Sociedad de Asesoramiento Técnico (SAT), y los resultados, recibidos a través del Informe de Ensayo N° DT-02905-01-2015, adjuntado en el Anexo II.

3.4.5 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE SALSA A BASE DE *Pleurotus ostreatus*

La Norma Sanitaria con resolución ministerial N°591-2008 establecida por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) decreta que los alimentos y bebidas para ser considerados aptos para el consumo humano, deben cumplir íntegramente con la totalidad de los criterios microbiológicos correspondientes a su grupo y subgrupo. La salsa pertenece al grupo: Especies, condimentos y salsas, y al subgrupo: Salsas y aderezos industrializados.

3.4.5.1 Recuento de mohos y levaduras, por el método de la ICMSF (1983) Vol. 1, 2da. Ed. Pág. 166-167 (Traducción versión original 1978). Reimpresión 2000 en Castellano (Ed. Acribia).

3.4.5.2 Recuento de coliformes, por el método recomendado por la ICMSF (1983) Vol. 1, 2da. Ed. Pág. 132-134 (Traducción versión original 1978). Reimpresión 2000 en Castellano (Ed. Acribia).

El análisis microbiológico de la salsa con *Pleurotus ostreatus* fue solicitado a la Sociedad de Asesoramiento Técnico (SAT), y el resultado fue recibido a través del Informe de Ensayo N° DT-02905-02-2015, adjuntado en el Anexo III.

3.4.6 EVALUACIÓN SENSORIAL DE SALSA A BASE DE *Pleurotus ostreatus*

Para la caracterización sensorial de salsa a base de *Pleurotus ostreatus*, se aplicó la técnica descriptiva Perfil Flash (PF) desarrollada por Dairou & Sieffermann (2002). La técnica mencionada precisa de los siguientes recursos:

3.4.6.1 JUECES O EVALUADORES

El estudio contó con la colaboración de un equipo compuesto por 20 consumidores peruanos, 12 mujeres y 8 varones con un rango de edad entre 18-45 años. Todos los participantes son consumidores regulares de productos análogos, elaborados a base de

champiñones (*Agaricus bisporus*) y shiitake (*Lentinula edodes*). En esta investigación, los consumidores también serán denominados jueces o evaluadores.

3.4.6.2 MUESTRA O PRODUCTO

Se elaboraron cinco formulaciones de salsa a base de *Pleurotus ostreatus*, las cuales presentaron los mismos porcentajes de leche en polvo, sal, mostaza, cebolla en polvo, ajo en polvo, glutamato, orégano, ácido cítrico, conservantes sorbato de potasio y benzoato de sodio, y antioxidante BHT; pero tuvieron variación en el contenido de *Pleurotus ostreatus* (12.98-13.63%), almidón modificado (1.40-2.20%), maltodextrina (0-1.30%), goma xantana (0.25-0.45%) y manteca vegetal (1.20-2.00%). Cabe mencionar que el juicio de evaluación sensorial estuvo referido básicamente a la percepción de los jueces en atributos descriptivos, conociendo de antemano que la variación de componentes tiene efecto en las características sensoriales específicas en cada formulación.

3.4.7 TRATAMIENTO DE LOS DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En el cultivo y producción de *Pleurotus ostreatus* se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA). Se efectuó el análisis de varianza de un solo factor (ANOVA) con un nivel de significación del 5% y se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey para determinar si hay diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, considerando las evaluaciones peso de carpóforos, % Eficiencia biológica y % Rendimiento. Previamente se verificó la distribución normal de los datos a través de la prueba de Anderson-Darling. Se utilizó la aplicación Microsoft Excel y el software estadístico Minitab.

En la caracterización sensorial de salsa a base de *Pleurotus ostreatus*, el tratamiento estadístico se realizó mediante el Análisis Generalizado Procrusteno (AGP) y se utilizó el software estadístico R.

3.5 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

3.5.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y PROXIMAL DE LA MAZORCA DE CACAO

3.5.1.1 pH DEL SUSTRATO, por el método NMX-Y-031-SCFI-2006

Se realizó en la disolución o suspensión acuosa de la muestra, por triplicado.

3.5.1.2 HUMEDAD en productos de cacao, por el método AOAC 931.04 (2012)

La mazorca de cacao fue molida y homogeneizada, así se convirtió en una pasta marrón (muestra). Se pesó dos gramos de muestra en cada placa de aluminio (limpia, seca y previamente pesada) y se introdujeron, parcialmente cerradas, en una estufa a 100°C por 3 horas. Transcurrido el tiempo, las placas se retiraron de la estufa (cerrándolas) y se colocaron en un desecador (con sílica gel activada) hasta que adquirieron la temperatura de ambiente (aproximadamente 1 hora). En seguida, se pesaron las placas con muestra desecada. El análisis se realizó por triplicado. Se calculó el porcentaje de humedad de la siguiente manera:

$$\%Humedad = \frac{W - W_3}{W} \times 100$$

Donde:

W = Peso de la muestra

W₁ = Peso del recipiente

W₂ = Peso del recipiente + Muestra seca

W₃ = Peso de muestra seca (W₂ - W₁)

3.5.1.3 CENIZAS en productos de cacao, por el método AOAC 972.15 (2012)

Se pesó 3.5g de muestra en cápsulas de porcelana (previamente pesadas) que se colocaron en la plancha de calentamiento a 200°C, y cada media hora se elevó la temperatura en 50° hasta alcanzar 550°C. En esta etapa se eliminó la materia orgánica de la muestra (se realizó en una campana de extracción). Inmediatamente después se colocaron

las cápsulas en una mufla a 600°C por 2 horas. Transcurrido el tiempo, se retiraron y fueron colocadas en un desecador. Cuando se enfriaron, se pesaron. A cada cápsula se le agregó un poco de alcohol hasta cubrir la muestra carbonizada y fue colocada nuevamente en la plancha de calentamiento hasta que la temperatura alcanzó los 550°C (como en el caso anterior). Finalmente, las cápsulas fueron colocadas en la mufla a 600°C por 2 horas. Cuando se cumplió el tiempo, se retiraron y se colocaron en un desecador; una vez frías se pesaron. El cálculo se realizó con la siguiente ecuación:

$$\%Cenizas = \frac{W_2 - W_1}{W} \times 100$$

Donde:

W = Peso de la muestra

W₁ = Peso de la cápsula de porcelana (recipiente)

W₂ = Peso del recipiente + Cenizas

3.5.1.4 PROTEÍNA en productos de cacao, por el método AOAC 970.22 (2012)

Ver 955.04 (Sección 2.4.03, pág. 13)

Digestión: se utilizaron 5 balones de 800mL, tres para el análisis de la muestra por triplicado, uno para el estándar (STD) y uno para el blanco (BK). Se colocó 15g de sulfato de potasio y 1g de sulfato de cobre en 4 balones (muestras y blanco). Para el estándar se pesó 0.1796g de L-triptófano, con el objetivo de determinar el porcentaje de recuperación al finalizar el análisis. Se pesó 1g de muestra y se colocó en los cuatro balones. A cada balón se le añadió 25mL de H₂SO₄ QP, y todos se colocaron en el equipo Kjeldhal para efectuar la etapa de digestión, por 1h y 30min (se desprenden vapores). El color viró de marrón intenso a verde-azulado claro. Al enfriar, se agregó 350mL de H₂O destilada a cada balón, agitando vigorosamente para homogeneizar la solución.

Destilación: En matraces de 500mL se colocó 50mL de H₂SO₄ 0,1N y 3 gotas de indicador Rojo de metilo al 1%, agitando ligeramente. Los matraces se colocaron en el área de recepción del equipo kjeldhal; y los balones, en el área de destilación. Previamente se les añadió 100mL de NaOH p1,36 (2g de NaOH en 3600mL de H₂O destilada). Se encendió el equipo y se destiló hasta que cada matraz tuvo aproximadamente 250-300mL de solución destilada.

Titulación: en esta etapa se tituló la solución de cada matraz (cuando el contenido estuvo a temperatura ambiente) con NaOH 0,1N previamente valorado. El gasto se consideró en la siguiente ecuación para determinar el contenido de proteína:

$$\%Proteína = \frac{(V_b - V_m) \times 0,014 \times N_{NaOH} \times F}{W} \times 100$$

Donde:

W = Peso de la muestra

V_m = Gasto en volumen de Titulante 0,1N en muestra

V_b = Gasto en volumen de blanco

F = 6,25 para alimentos en general

3.5.1.5 GRASA TOTAL en plantas, por el método AOAC 930.09 (2012).

Ver 920.39B (Sección 4.5.01, pág. 40)

Para la determinación de grasa se pesó dos gramos de muestra en cada placa de aluminio (limpia y seca) y se colocó en estufa a 100°C hasta que se haya eliminado toda el agua de la muestra. Luego, se envolvió la muestra desecada en papel glasine, se colocó la muestra en el cartucho poroso e introdujo en el tubo de extracción del equipo Soxhlet. El solvente utilizado fue éter de petróleo. Se inició el equipo y, a partir de la primera sifoneada, se mantuvo encendido por 4 horas. Al cumplirse el tiempo, el balón receptor se llevó a estufa a 100°C por 1.30 horas, se colocó en un desecador hasta que alcanzó la temperatura ambiente y se pesó. Luego, se llevó nuevamente a estufa a 100°C por 1h, se colocó en un desecador hasta enfriarse, y se pesó. Se repitió el procedimiento hasta que el balón mantuvo su peso constante (dos veces). El ensayo se realizó por triplicado. El porcentaje de grasa se determinó de la siguiente manera:

$$\%Grasa = \frac{W_2 - W_1}{W} \times 100$$

Donde:

W = Peso de la muestra

W₁ = Peso del balón

W₂ = Peso del balón + Grasa (Peso constante)

3.5.1.6 FIBRA CRUDA en plantas, por el método AOAC 930.10 (2012)

Ver 962.09 (Sección 4.6.01, pág. 44)

Se pesó 0.5g de muestra totalmente seca y desengrasada (además molida) y se colocó en un beaker de 400mL, al que se le añadió 200mL de H₂SO₄ al 1.25% (25mL de H₂SO₄ concentrado en 2L de H₂O destilada). Se colocó en el equipo de calentamiento a reflujo e hirvió por 30min. Al terminar el tiempo se retiró del equipo y se dejó reposar por unos minutos. Simultáneamente, se instaló el embudo Buchner con el papel filtro, y se preparó el crisol de filtración con fibra de cerámica. Se filtró cuidadosamente la solución del beaker utilizando el equipo de succión. Se lavó el papel filtro con agua hirviendo, y se transfirió el residuo a un beaker de 400mL con ayuda de una pizeta que contenía 200mL de solución de NaOH al 1,25%. El contenido se llevó a ebullición por 30min, como en el caso anterior. Nuevamente se filtró la solución cuidadosamente, se lavó con alcohol a 96° y filtró lentamente. Se puso el crisol sobre una cápsula y colocó en estufa a 130°C por 2 horas. Se retiró cada crisol y colocó en un desecador. Después de una hora (temperatura ambiente), se pesó. Finalmente, se dispuso en una mufla a 600°C por 0.5h. Al retirar, se dejó enfriar en un desecador y se pesó nuevamente. Los cálculos se realizaron con la ecuación:

$$\%Fibra\ cruda = \frac{W_1 - W_2}{W} \times 100$$

Donde:

W = Peso de muestra seca y desengrasada

W₁ = Peso del crisol + Muestra seca

W₂ = Peso del crisol + Muestra calcinada

3.5.1.7 CARBOHIDRATOS

Para calcular el porcentaje de carbohidratos se utilizaron los resultados de humedad, cenizas, proteína total y grasa total; de la siguiente manera:

$$\%Carbohidratos = 100 - (\%Humedad + \%Ceniza + \%Proteína + \%Grasa)$$

3.5.1.8 ENERGÍA TOTAL (kcal/100g)

Para calcular la energía total por cada 100g de *Pleurotus ostreatus*, se multiplica la cantidad de carbohidratos, grasa y proteína (g/100g) por 4, 4 y 9kcal/g, respectivamente. Luego se suman las cantidades, de la siguiente manera:

$$\%Energía\ Total = \frac{4kcal}{g} \times Carbohidratos \left(\frac{g}{100g} \right) + \frac{4kcal}{g} \times Proteína \left(\frac{g}{100g} \right) + \frac{9kcal}{g} \times Grasa \left(\frac{g}{100g} \right)$$

3.5.2 CULTIVO Y PRODUCCIÓN DE *Pleurotus ostreatus*

Para el cultivo y producción de *Pleurotus ostreatus* se realizó el Diseño experimental presentado en la tabla 19, considerando como variables independientes el tiempo de fermentación (días) y el tratamiento térmico (°C). Se evaluaron seis tratamientos. La preparación del sustrato consistió en someter el material a inmersión en agua (fermentación) por 1, 3, y 7 días. Seguidamente, tres tratamientos fueron sometidos a pasteurización y tres, a esterilización (tratamiento térmico).

Tabla 19: Diseño Experimental del cultivo y producción de *Pleurotus ostreatus*

TRATAMIENTO	TIEMPO DE FERMENTACIÓN (Días)	TRATAMIENTO TÉRMICO (°C)
T1	Fermentación - 1	Pasteurización
T2	Fermentación - 3	Pasteurización
T3	Fermentación - 7	Pasteurización
T4	Fermentación - 1	Esterilización
T5	Fermentación - 3	Esterilización
T6	Fermentación - 7	Esterilización

En la figura 14 se observa el flujo de operaciones considerado para el cultivo y producción de *Pleurotus ostreatus* (ver Anexo IV). Las etapas del cultivo fueron las siguientes.

3.5.2.1 OBTENCIÓN DE LA CEPA MADRE

La cepa madre se adquirió en la Facultad de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).

3.5.2.2 MULTIPLICACIÓN DEL MICELIO

La cepa adquirida se multiplicó en medio de cultivo APD (Agar con papa y dextrosa), preparado con una infusión de papa (*Solanum tuberosum L.*) según las especificaciones descritas por Gaitán-Hernández et al. (2006), con los siguientes ingredientes: Agar agar (15g), dextrosa (20g) y papa (200g). Se peló y puso a hervir la papa en 500mL de agua destilada durante 10-15min, el extracto se filtró y se adicionó agua hasta ajustar a 1000mL (en un vaso de precipitado). Después de agregar el agar y dextrosa, se calentó a fuego lento moviendo constantemente durante 1-2min hasta que los ingredientes se disolvieron. Finalmente, el preparado fue vertido en frascos de vidrio (un frasco de 1L o cuatro de 250mL), cubierto con algodón y papel aluminio, y esterilizado en autoclave a 121°C y 1.1 kgf/cm², por 15min.

El medio de cultivo esterilizado se distribuyó en placas de Petri. Con un bisturí se tomó un fragmento del micelio de la cepa madre y se colocó sobre el medio de cultivo solidificado en placas. Estas se protegieron con parafilm y envolvieron con papel kraft; en seguida se incubaron entre 25-28°C en incubadora artesanal, hasta que el micelio cubrió toda la superficie del agar, después de 8 a 12 días.

3.5.2.3 ELABORACIÓN DE INÓCULO

La elaboración de inóculo se realizó en dos etapas: inóculo primario y secundario. El inóculo primario consiste en la propagación del micelio en granos de trigo a partir de la cepa multiplicada (ver 2.1.7.3). Se prepararon los granos de trigo considerando las siguientes operaciones: limpieza, lavado, cocción por 10 minutos después de hervir (relación trigo-agua, p/v 1:2), escurrido, enfriado, adición de carbonato de calcio (CaCO₃, 5g por kg) y yeso (CaSO₄.2H₂O, 5g por kg), y esterilizado en bolsas de polipropileno durante 30 minutos en autoclave a 121°C y 1.1 kgf/cm². Cada bolsa de polipropileno contenía 200g de trigo. Cuando el material estuvo entre 25-30°C, se inoculó con agar

colonizado proveniente de una placa de Petri (un cuarto de placa para 200g de trigo es suficiente) dentro de la cámara de flujo laminar. Las bolsas fueron envueltas en papel kraft, rotuladas e incubadas a 25-28°C en oscuridad hasta que el micelio cubrió completamente los granos, es decir, por 12-15 días.

El inóculo secundario se obtuvo vaciando 50g de inóculo primario a nuevas bolsas con granos estériles (preparados de la misma forma); que fueron agitadas homogéneamente e incubadas a las mismas condiciones mencionadas para el inóculo primario (Gaitán-Hernández et al., 2006). El tiempo en incubación fue de 10-12 días. Esto se realizó para disponer de una mayor cantidad de inóculo para la siembra en el sustrato elegido.

3.5.2.4 OBTENCIÓN Y PREPARACIÓN DEL SUSTRATO

Las cáscaras o mazorcas de cacao fueron utilizadas como sustrato para el cultivo de *P. ostreatus*. Las mazorcas fueron fracturadas en trozos de aproximadamente 2 x 2cm, y sumergidas en baldes con agua, adecuadamente tapados, de acuerdo a la metodología propuesta por Lelley (1985) y adaptada en esta investigación para el sustrato estudiado. El objetivo fue propiciar la fermentación anaerobia en la medida que sea posible. Sin embargo, cabe resaltar que no se puede considerar como una fermentación totalmente “anaerobia” desde que no se ha creado condiciones anóxicas dentro del sistema. Según el tratamiento propuesto en la literatura, la materia prima se mantuvo sumergida en agua por 1, 3 o 7 días.

Al finalizar el tiempo de fermentación, las cáscaras se escurrieron intentando eliminar la pectina que contiene el albedo de la mazorca (que se separó durante la preparación del sustrato). Después, se añadieron al sustrato algunos aditivos como yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) y carbonato cálcico (CaCO_3) al 1% del peso del sustrato húmedo, con la finalidad de conseguir un valor de pH conveniente para el crecimiento del micelio. Luego de mezclar homogéneamente, el sustrato se colocó en bolsas de polipropileno termoresistentes de 20.32cm de ancho x 30.48cm de largo y 0.002cm de espesor (8”x12”x2), las que fueron cerradas con ligas.

3.5.2.5 TRATAMIENTO TÉRMICO DEL SUSTRATO

En esta investigación se aplicó dos métodos de tratamiento térmico: pasteurización y esterilización. Después de esta operación, el sustrato se manipuló con el máximo cuidado para evitar contaminación cruzada.

La pasteurización (inmersión en agua caliente) se realizó de forma artesanal, sumergiendo el sustrato embolsado en agua a 80°C durante 60 minutos, como Albertó (2008) recomienda. La esterilización consistió en colocar las bolsas con sustrato en autoclave a 121°C y 1.1 kgf/cm², por 60 minutos, como indica Muez & Pardo (2001).

3.5.2.6 INOCULACIÓN E INCUBACIÓN DEL SUSTRATO

Para la siembra del hongo se requiere un área cerrada, limpia y desinfectada. Por ello, el trabajo se realizó en la cabina de flujo laminar, para prevenir y evitar cualquier tipo de contaminación.

La siembra (inoculación) inició cuando el sustrato estuvo a una temperatura no mayor a 30°C, de lo contrario el micelio podía perecer. Se colocó 1kg de sustrato esterilizado y escurrido en cada bolsa de polipropileno (unidad experimental), una pequeña porción de inóculo (granos de trigo invadidos), en una proporción de 10% en peso (100g para bolsas de 1kg), y se mezcló homogéneamente.

Las bolsas con sustrato inoculado se colocaron en el cuarto de incubación a 25-28°C en oscuridad. Tres días después se verificó el crecimiento del micelio y se hicieron perforaciones en cada bolsa (aproximadamente 50 agujeros por lado) con una aguja estéril, para incrementar el intercambio gaseoso. Este procedimiento se realizó en un área cerrada y limpia, cerca de un mechero (para evitar la contaminación por microorganismos). Las muestras se mantuvieron en oscuridad de 20-22 días, tiempo durante el cual se evidenció una colonización completa del sustrato. Cada cinco días se revisaron las unidades para inspeccionar el crecimiento del micelio y verificar que se encuentren libres de contaminación. Se prepararon 5 repeticiones por tratamiento, generando un total de 30 unidades experimentales.

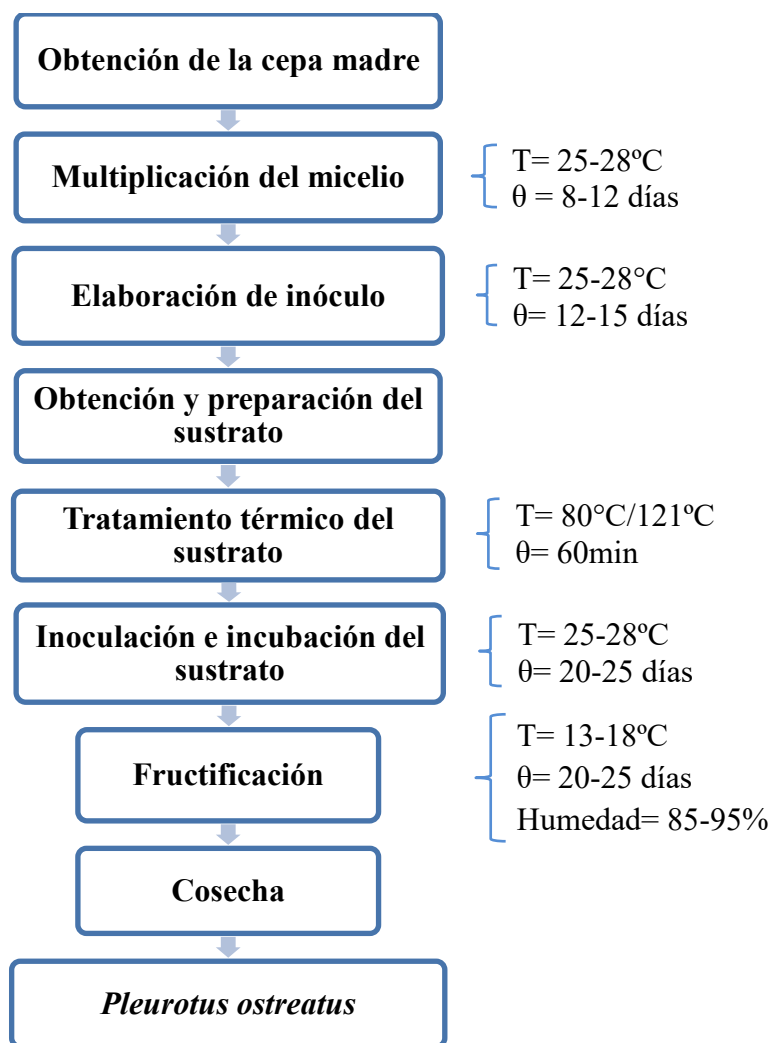


Figura 14: Flujo de operaciones para el cultivo y producción de *Pleurotus ostreatus* en mazorcas de cacao

3.5.2.7 FRUCTIFICACIÓN

Cuando el micelio del hongo colonizó completamente el sustrato, se retiraron las bolsas de plástico y se trasladaron las unidades experimentales al área de fructificación, donde se propiciaron condiciones apropiadas de humedad (85-95%), temperatura (13-18°C), iluminación, y ventilación, como recomienda Albertó (2008). Cuando los primordios aparecieron, se aspersó agua para su desarrollo y para conservar la humedad del sustrato.

3.5.2.8 COSECHA

Cuatro o seis días después de que aparecieron los primordios, se recolectaron los cuerpos fructíferos. Con una navaja esterilizada se cortaron los carpóforos desde la base, sin dañar el sustrato; mientras los sombreros estaban compactos, turgentes y antes de que sus orillas se enrollen hacia arriba. Las setas recolectadas fueron pesadas. Se consideró la producción de dos oleadas. Al finalizar esta etapa se dispuso de los bloques de sustrato como abono, luego de pesarlos y fracturarlos.

3.5.3 PRODUCCIÓN DE SALSA A BASE DE *Pleurotus ostreatus*

Con la finalidad de obtener un producto con características deseadas por los consumidores, se elaboraron cinco formulaciones que variaron en los porcentajes de *Pleurotus ostreatus*, almidón modificado, maltodextrina, goma xantana y manteca vegetal.

En la figura 15 se muestra el flujo de operaciones seguido para la producción de salsa a base de *Pleurotus ostreatus*, que a continuación se detalla (ver Anexo IV).

3.5.3.1 RECEPCIÓN

En esta etapa se verifica la calidad de los hongos comestibles *Pleurotus ostreatus* provenientes de la primera parte del proyecto; estos deben estar sanos, limpios y en buenas condiciones para procesarse. La temperatura de almacenamiento es de 2-4°C aproximadamente. Asimismo, la leche en polvo, almidón modificado, maltodextrina, goma xantana, manteca vegetal, especias y preservantes se inspeccionan; evaluando el color, olor, fecha de procesamiento, entre otros; para luego ser pesados de acuerdo a la formulación, y utilizarse en el proceso.

3.5.3.2 SELECCIÓN

Los hongos frescos son clasificados manualmente, eliminando aquellos que presenten signos de deterioro visible como magulladuras, restos de material orgánico

(sustrato), perforaciones provocadas por insectos y/o cualquier otro signo visible que pudiera interferir posteriormente en la calidad del producto final.

3.5.3.3 LAVADO

Los hongos fueron lavados por inmersión en agua potable para eliminar contaminantes y todo material presente en la superficie. En seguida, se desinfectaron, operación que se realizó sumergiendo la materia prima en una solución de hipoclorito de sodio a 25ppm por 5 minutos. La finalidad fue eliminar la carga microbiana que acompaña a los carpóforos.

3.5.3.4 PICADO

En esta etapa del proceso se reduce el tamaño de los hongos, troceándolos manualmente en cuadrados de 1cm.

3.5.3.5 ESCALDADO

Los hongos troceados fueron inmediatamente sometidos a blanqueado con el objetivo principal de reducir en los hongos las reacciones de pardeamiento, debido a reacciones químicas producidas por el contacto con el oxígeno del aire y el contenido natural de proteínas (enzimas). Además, este proceso genera efectos deseables como, por ejemplo, eliminar aire del tejido. De Michelis et al. (2009) sugieren un tiempo de escaldado de 150 segundos, temperatura de 70°C y una relación agua/producto de 3/1.

3.5.3.6 MEZCLADO Y PRECOCCIÓN

La manteca vegetal se derritió por calor y se añadió el antioxidante BHT, luego se adicionaron el almidón y maltodextrina (si hubiera en la formulación). La leche previamente mezclada con goma xantana se añadió después. Cuando la mezcla alcanzó los 50°C se agregó la mostaza y especias, y una vez disueltas, las setas también fueron sometidas a calentamiento. El ácido cítrico fue añadido, preparado en una relación de p/v 1:5 y finalmente, los conservantes. En esta etapa es necesario remover la salsa

continuamente para conseguir uniformidad. Cuando la salsa alcanzó la temperatura de 90° por 5 minutos, se realizó el envasado.

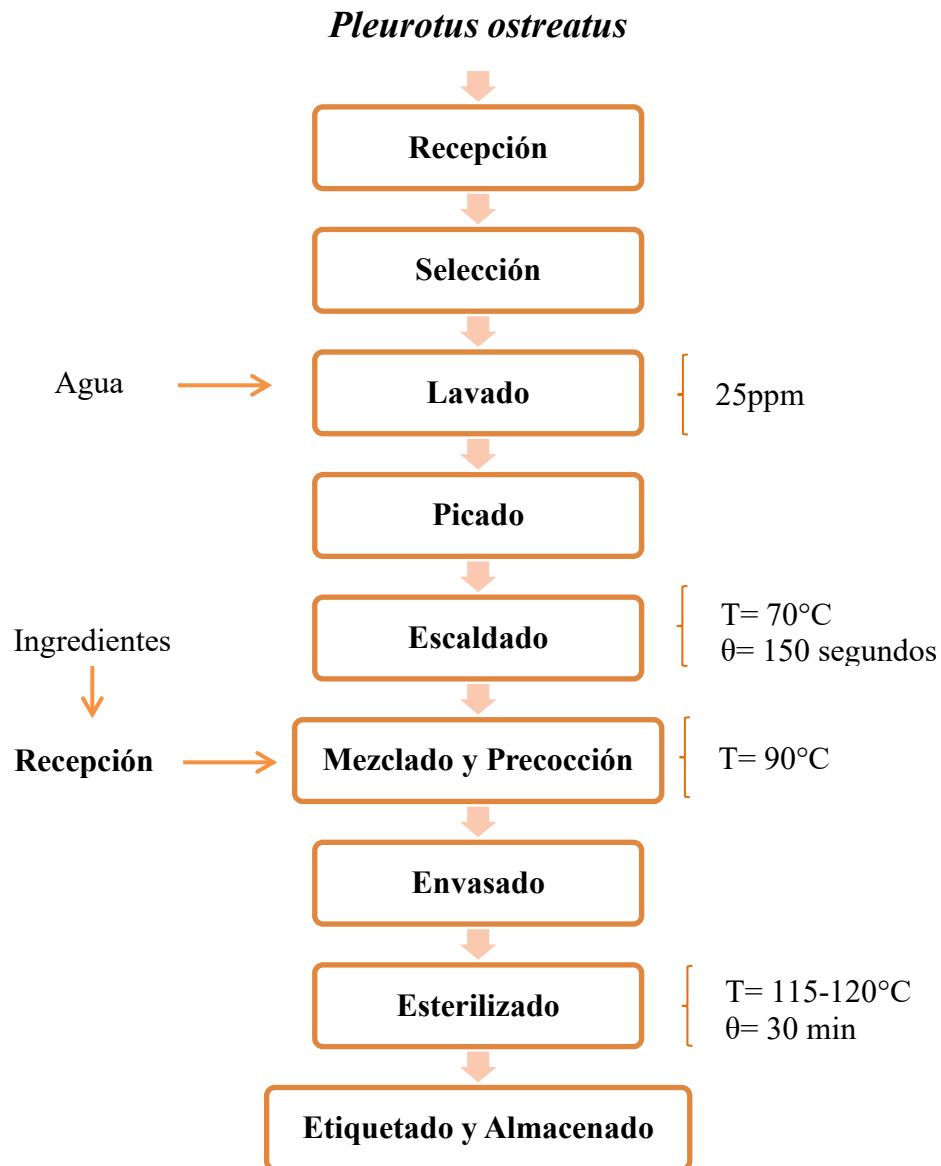


Figura 15: Flujo de operaciones para la producción de salsa a base de *Pleurotus ostreatus*

3.5.3.7 ENVASADO

Se realizó manualmente, utilizando envases de vidrio de 300mL con tapas de aluminio, los cuales fueron previamente esterilizados en vapor por 5 minutos. El llenado se

realizó inmediatamente después de la preparación del producto para evitar contaminación y mantener la alta temperatura durante el cerrado.

3.5.3.8 ESTERILIZADO

Por ser un alimento con pH superior a 4.5, es necesario un proceso relativamente más intenso, la esterilización. Para esto, los envases sellados fueron sometidos a una presión de 0.7031 kgf/cm² (10 lb-f/in²) por 30 minutos.

3.5.3.9 ETIQUETADO Y ALMACENADO

Finalmente, cuando el producto obtenido evidenció encontrarse a temperatura de ambiente, fue rotulado (las etiquetas deben contener información esencial y valiosa) y almacenado en un ambiente fresco y adecuado.

3.5.4 CARACTERIZACIÓN SENSORIAL DE SALSA A BASE DE *Pleurotus ostreatus*

En la tabla 20 se presenta el Diseño experimental para esta etapa de la investigación. Cinco muestras o formulaciones fueron caracterizadas por un equipo de veinte jueces, obteniendo como resultado los atributos o descriptores utilizados para la generación del mapa sensorial.

Tabla 20: Diseño Experimental de la evaluación sensorial de salsa a base de *Pleurotus ostreatus*

JUECES																					
MUESTRAS	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15	J16	J17	J18	J19	J20	
A (296)																					
B (823)																					
C (508)																					
D (479)																					
E (641)																					
ATRIBUTOS																					

ATRIBUTOS

3.5.4.1 PROTOCOLO

Previo a la caracterización sensorial, se les explicó a los evaluadores la metodología del Perfil Flash (Gamboa et al., 2012). Asimismo, fueron informados sobre los productos a evaluar. La evaluación fue realizada en cabinas individuales con luz blanca. Las muestras (20mL) fueron servidas entre 45 y 50°C en vasos de plástico de 50mL y codificadas con un número aleatorio de tres dígitos, según lo propuesto por Anzaldúa (1994). Adicionalmente, se sirvió agua mineral a temperatura ambiente en un vaso de 100mL, para que los jueces puedan efectuar el enjuague de la boca entre cada muestra, con el fin de evitar saturación y confusión de sabores (Watts, Ylimaki, Jeffery & Elias, 1992). Las muestras fueron presentadas a los evaluadores de manera simultánea múltiple y en orden aleatorio.

Los evaluadores fueron instruidos en el desarrollo de los atributos sensoriales para evitar términos hedónicos. Se les dio algunas instrucciones para efectuar el levantamiento de descriptores y validar los atributos de apariencia (observando el color y aspecto), aroma (aspirando el producto), sabor (degustando el producto), suavidad (considerando la sensación conferida en la boca), textura, y cualquier sensación en la cavidad oral después de deglutir (sabor residual).

3.5.4.2 SESIONES

En la primera sesión, las muestras fueron presentadas simultáneamente a los evaluadores y se les indicó que generen una lista individual de atributos que describan las propiedades sensoriales que ellos perciben y que les permita discriminar las muestras (Dairou & Sieffermann, 2002; Gamboa et al., 2012; Ramírez et al., 2009). En la presente investigación, estos atributos también son llamados descriptores o términos sensoriales. Durante esta sesión se utilizó la ficha de evaluación N°1, adjuntada en el Anexo V.

En la segunda sesión, se realizó una entrevista individual a cada evaluador para llegar a un consenso y evitar que dos términos en su lista describan lo mismo. En seguida, tal como indican Gómez et al. (2010) y Ramírez et al. (2010), todos los jueces fueron informados de los descriptores propuestos por los otros miembros del equipo, y cada uno estuvo en la condición de actualizar su lista final antes del análisis, para estar seguro de no

olvidar ni confundir ningún descriptor en su propia ficha. De esta forma, cada evaluador presentó una lista final de atributos.

En la tercera sesión, también llamada etapa de ordenación, los productos fueron nuevamente presentados de manera simultánea y en orden aleatorio, y cada juez realizó la evaluación sensorial considerando los atributos elegidos por el mismo. Para tal efecto, se les pidió que ordenen las muestras en orden creciente de intensidades para cada uno de los atributos definidos anteriormente, sobre una escala tipo ordinal (Rason et al., 2006); utilizando la ficha de evaluación N°2 presentada en el Anexo V. Se permitieron empates. Cada sesión tuvo una duración aproximada de 20-30 minutos para cada juez. El procedimiento de la prueba se resume en la figura 16 (Terhaag & Benassi, 2010), presentada a continuación.

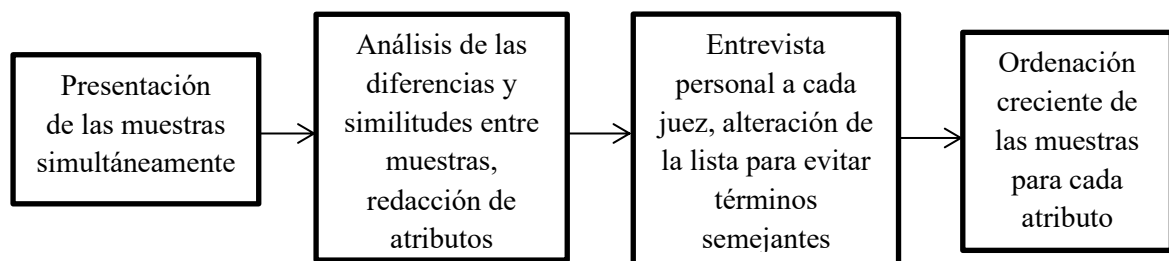


Figura 16: Procedimiento para la aplicación del Perfil Flash

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y PROXIMAL DE LA MAZORCA DE CACAO

El porcentaje de humedad, materia seca, ceniza, extracto etéreo (grasa), proteína y fibra cruda del sustrato evaluado se indican en la tabla 21, así como el contenido de carbohidratos, energía total (kcal/100g) y el potencial de hidrógeno (pH).

Tabla 21: Composición fisicoquímica y proximal de la mazorca fresca de cacao, clon CCN-51

COMPONENTE	PORCENTAJE (%)
Humedad	83.81
Materia seca	16.19
Ceniza	1.58
Extracto etéreo	0.27
Fibra cruda	28.44
Proteína (Nx6.25)	1.14
Carbohidratos	13.20
Energía total (kcal/100g)	59.79
pH	5.62

El potencial de hidrógeno de la mazorca de cacao, clon CCN-51, es 5.62; valor que se encuentra dentro del rango indicado por Garzón & Cuervo (2008) y Sánchez & Royse (2001a), quienes afirman que, para que el micelio del hongo crezca adecuadamente, el pH óptimo del sustrato debe estar entre 5.5 y 6.5. Muez & Pardo (2001) indican que durante la preparación del sustrato por inmersión en agua, el pH evoluciona hacia cifras finales ácidas, alcanzando valores en torno a 4.5 (durante el proceso con paja de cereales finamente picada), en que tiende a estabilizarse, o 5.3; tal como reportan los autores para residuos vegetales tropicales como bagazo de caña de azúcar y tabaco en rama (utilizando melaza de caña como estimulante de la fermentación).

Al aplicar la preparación del sustrato por inmersión en agua, el pH del material debió descender. De otra parte, dado que la mayoría de los contaminantes que se encuentran durante el proceso de cultivo son más sensibles a los valores altos de pH que las especies de *Pleurotus*, actualmente se prefieren valores más elevados que los señalados como óptimos (Ardón, 2007). Para homogeneizar el pH del sustrato al terminar la fermentación y lograr un valor dentro del rango óptimo o por encima del recomendado, se adicionó carbonato cálcico (CaCO_3) al 1% del peso húmedo.

La humedad del sustrato 83.81%, está por encima del valor teórico recomendado por Albertó (2008), France et al. (2000), García (2008) y Michel, Otero & Díaz (2010), que es entre 70-80%. El porcentaje de humedad del sustrato permite la colonización homogénea del mismo con ausencia de contaminación, e influye directamente sobre el desarrollo de los hongos porque afecta la disponibilidad de oxígeno y de nutrientes: contenidos inferiores al 50% no serán propicios y superiores al 80%, tendrán un efecto negativo en el crecimiento de las setas (García, 2008; Sánchez & Royse, 2001a), generando mal olor y evitando el crecimiento micelial (Ríos, Hoyos & Mosquera, 2010). Sin embargo, Ardón (2007) indica que cada sustrato tiene una capacidad de retención de agua diferente, y Sánchez & Royse (2001a) añaden que esta propiedad hace que la humedad óptima de un sustrato para el crecimiento de *Pleurotus ostreatus* sea diferente. Lo ideal en el cultivo es que los sustratos posean alta capacidad de almacenamiento y retención de humedad. En este sentido, aunque las mazorcas de cacao evidencien mayor porcentaje de humedad, es posible que sean buenos materiales para el cultivo de setas. Además, al regular el pH de este sustrato se pudo haber controlado la predisposición a la contaminación por su contenido de agua.

El porcentaje de cenizas (1.58%) es similar al reportado en Colombia por Mejía & Arguello (2000). El porcentaje de extracto etéreo (0.27%) es semejante al reportado por Fernández & Bressani (2000), mientras que el contenido de fibra cruda (28.44%) oscila entre los valores reportados por la Tropical Feeds-FAO (1991) citado por Tuchán (2004), y Fernández & Bressani (2000).

Cho (2005) menciona que los hongos necesitan de carbono, nitrógeno y compuestos inorgánicos como fuentes nutritivas. Sus principales fuentes de carbono son la celulosa, hemicelulosa y lignina (Ardón, 2007). *Pleurotus ostreatus* es un organismo

saprobio que posee enzimas lignocelulolíticas, el micelio de los hongos secreta enzimas digestivas en el sustrato para absorber los nutrientes disueltos. La celulosa es la principal fuente de nutrición del hongo, la *enzima* que la digiere (celulasa) solo es producida por algunos microorganismos, incluyendo los hongos. Es así que los hongos son considerados una importante fuente de nutrición, son los únicos por los cuales la celulosa es disuelta, absorbida y transformada en alimento para el ser humano (Cho, 2005).

Diversos autores citados por García (2008) indican que el contenido de celulosa y lignina para la mazorca de cacao es 12.4% y 10.8%, respectivamente; porcentajes relativamente bajos en comparación con otros sustratos como bagazo de caña (33-38% de celulosa y 11-14% de lignina) y pulpa de café (17.7-18.0% de celulosa y 12.2-17.5% de lignina). Aguinaga (2012) considera que el porcentaje de lignina, celulosa y hemicelulosa de la mazorca de cacao cuenta con nutrientes para que el hongo se alimente y crezca de forma adecuada.

En la tabla 22 se observa que la relación Carbono/Nitrógeno (C/N) de la mazorca fresca de cacao, clon CCN-51, es 47.06%. Este valor concuerda con el reportado por García (2008), quien menciona una relación C/N entre 18-53 para el mismo sustrato.

Tabla 22: Relación Carbono/Nitrógeno de la mazorca fresca de cacao, clon CCN-51

COMPONENTE	PORCENTAJE (%)
Nitrógeno total	0.18
Materia orgánica	14.61
Carbono (M.o x 0.58)	8.47
Relación Carbono/Nitrógeno	47.06

P. ostreatus necesita más cantidad de carbono que de nitrógeno (Cho, 2005). En general, este hongo utiliza principalmente el carbono como fuente de energía y formación de biomasa, y el nitrógeno para formar componentes celulares como proteínas y ácidos nucleicos (Mojica & Molano, 2006). La composición del sustrato y específicamente la relación C/N es de vital importancia para el cultivo de macromicetos (Yang, 2000). Las

relaciones C/N adecuadas para el cultivo de las setas varían de 30/1 a 300/1, es decir, son muy versátiles. La relación C/N óptima del sustrato depende de la fase en la que se encuentra el hongo, altas relaciones C/N favorecen el crecimiento micelial y bajas relaciones favorecen la formación y desarrollo de cuerpos fructíferos (Garzón & Cuervo, 2008; Yang, 2000).

Muez & Pardo (2001) y Rodríguez & Jaramillo (2004) indican que el sustrato utilizado para realizar el cultivo de *Pleurotus ostreatus* debe poseer características como: buena disponibilidad en cantidad y continuidad, características fisicoquímicas regulares, localización fácil y cercana, facilidad de transporte y manejo y precio de adquisición económico. Las mazorcas de cacao no han sido muy explotadas en la producción de hongos ostra, sin embargo; García (2008), García et al. (2011) y Tuchán (2004) afirman que este sustrato posee características idóneas para ello, es adecuado para la propagación del micelio y la formación de cuerpos fructíferos por ser un residuo lignocelulósico, y abundante en algunas regiones.

4.2 EVALUACIONES DEL CULTIVO Y PRODUCCIÓN DE *Pleurotus ostreatus*

4.2.1 ANÁLISIS DEL PESO FRESCO DE CARPÓFOROS

Considerando que se manejaron las mismas condiciones de cultivo, el mismo porcentaje de semilla para la inoculación y la misma cantidad de cosechas, se reportaron los datos de los carpóforos para cada uno de los tratamientos.

Las muestras requirieron en promedio 22 días de incubación para cubrir los sustratos, observándose buen crecimiento micelial en todos los tratamientos evaluados. En la mayoría de tratamientos, la iniciación de primordios fue observada entre 24-27 días. La primera oleada se cosechó entre 29-33 días en promedio, mientras que la segunda cosecha fue alrededor de 40-45 días desde la inoculación. Cabe resaltar que más del 76% del total de los cuerpos fructíferos fueron cosechados en la primera oleada, con un diámetro promedio de 8-10cm; mientras que los cuerpos fructíferos de la segunda oleada fueron de tamaño inferior, así como en menor cantidad. Según Magae, Kakimoto, Kashiwagi &

Sasaki (1995), el diámetro de los carpóforos (basidiocarpos) producidos por unidad experimental (bolsa de 1kg de sustrato húmedo) no es relevante como su peso fresco.

En la tabla 23 se registra la media del peso fresco de carpóforos por tratamiento (considerando las cinco réplicas), correspondiente a las dos primeras cosechas por unidad experimental. Se observa que el T5 alcanzó la mayor producción de cuerpos fructíferos con 283.00g de *Pleurotus ostreatus* frescos, cifra que se mantiene lejos de T1 con 217.00g, T4 con 215.00g, T2 con 208.00g, T6 con 198.40 y T3 con 197.00g.

Tabla 23: Producción (g) de *Pleurotus ostreatus* en mazorcas de cacao

TRATAMIENTO	PRODUCCIÓN (g)
T1	217.00 ± 20.88
T2	208.00 ± 7.48
T3	197.00 ± 15.60
T4	215.00 ± 10.95
T5	283.00 ± 10.77
T6	198.40 ± 30.02

Los datos recogidos como indicadores durante esta investigación, se analizaron para determinar si cumplían una distribución normal, por medio de la prueba de Anderson-Darling ($\alpha = 0.05$). La tabla 24 muestra el análisis de varianza del peso fresco de *Pleurotus ostreatus*, donde se observa que el p-value < 0.05, lo que indica que existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula (H_0 = no hay diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos) y aceptar la hipótesis alterna (H_a), que indica que hay diferencia estadísticamente significativa en al menos dos tratamientos.

Tabla 24: Análisis de varianza de la producción de *Pleurotus ostreatus*

FUENTE DE VARIACIÓN	SC	GL	CM	F	PROBABILIDAD
Métodos	25710.6667	5	5142.1333	13.2313	3.0092E-06
Error	9327.2000	24	388.6333		
Total	35037.8667	29			

El análisis comparativo de medias entre los tratamientos a través de la prueba de rangos múltiples de Tukey al 95% de confianza, mostró de manera general que los tratamientos 1, 2, 3, 4, 6, y 5 corresponden a diferentes grupos homogéneos (ver tabla 25). En el actual estudio se puede concluir que, de acuerdo al valor de T5, este tratamiento es significativamente diferente y superior a los otros. Sin embargo, el promedio de la producción de *Pleurotus ostreatus* por tratamiento es bajo a comparación de producciones obtenidas utilizando otros sustratos, como paja de cereales y pulpa de café. En la figura 17 se observa la diferencia entre la media del peso de carpóforos del T5, y las medias (peso en gramos) de los tratamientos que fueron pasteurizados (T1, T2 y T3) y esterilizados (T4 y T6).

Tabla 25: Prueba de rangos múltiples de Tukey - Peso de Carpóforos

TRATAMIENTO	MEDIA	NOTACIÓN
T1	217.00	B
T2	208.00	B
T3	197.00	B
T4	215.00	B
T5	283.00	A
T6	198.40	B

Ríos et al. (2010) afirman que los resultados de los porcentajes de carbono y nitrógeno total de los residuos coinciden con la producción obtenida de setas, evidenciando que el porcentaje de carbono total que posee un sustrato es directamente proporcional a la producción de hongos comestibles que se desea obtener (Escobar, 2002). La cantidad de carbono y nitrógeno en la mazorca de cacao puede ser la causante de los valores de fructificación obtenidos sobre este sustrato; pues al pasar los días el sustrato se agota y la cepa envejece debido a la disminución de su actividad enzimática (Rodríguez & Jaramillo, 2004). La reducción de carbono y nitrógeno se debe a que el hongo los utiliza para su crecimiento y formación de biomasa, es decir, formación de cuerpos fructíferos. Asimismo, si hay excesiva cantidad de carbono al agotarse el nitrógeno, disminuirá el crecimiento y reproducción del hongo.

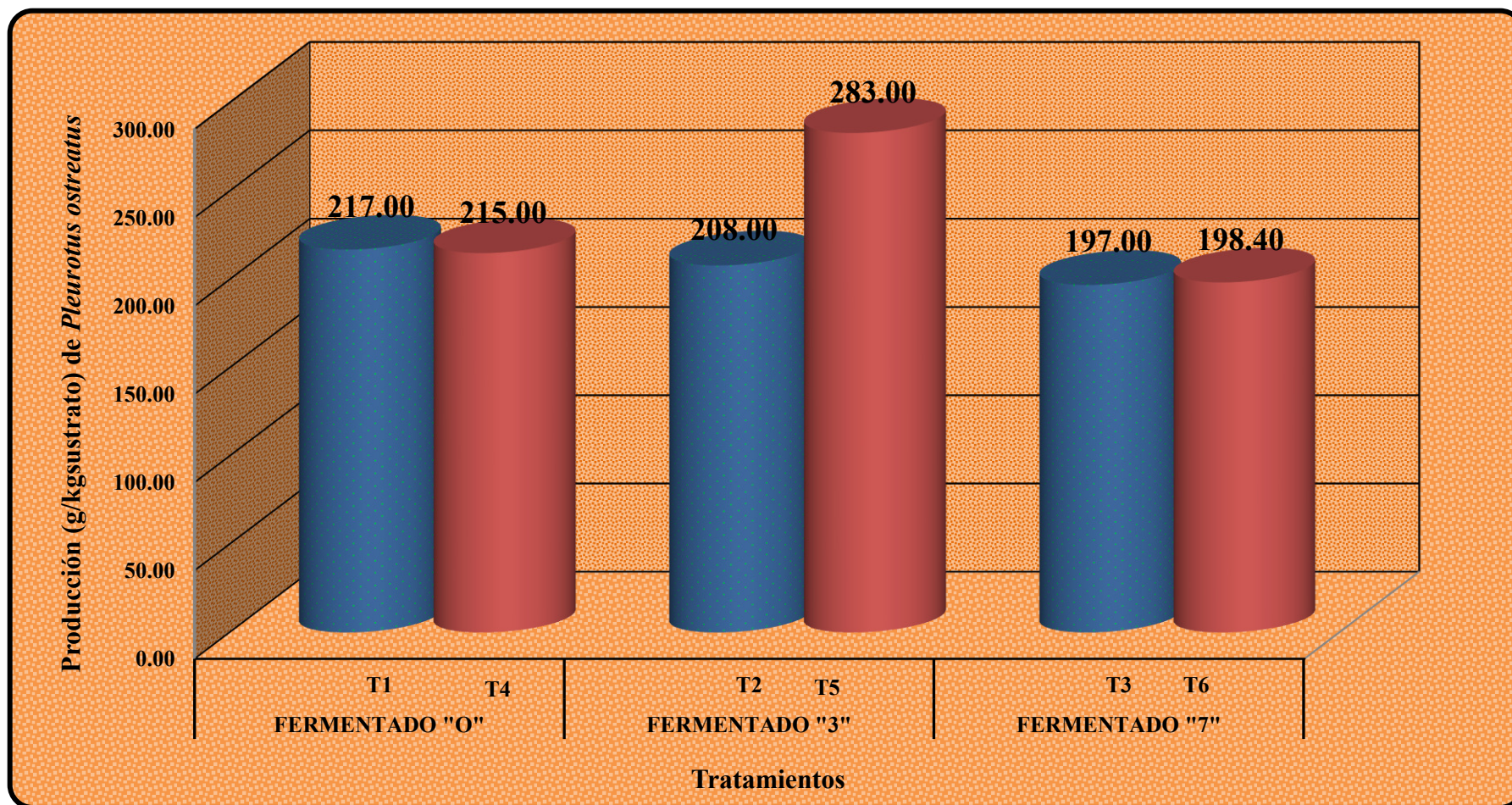


Figura 17: Peso de Carpóforos de los tratamientos evaluados en la producción de *Pleurotus ostreatus*

Por su parte, Ardón (2007) considera que un sistema productivo bien manejado puede llegar a producciones que corresponden a un 25% del peso del sustrato húmedo, tal es el caso del tratamiento 5 (3 días de fermentación, tratado por esterilización), con un promedio de 283.0 gramos, cifra superior al 25% del peso húmedo del sustrato (250g).

4.2.2 ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA BIOLÓGICA

García (2008), Muez & Pardo (2001) y Tuchán (2004) definen la eficiencia biológica como el peso de carpóforos frescos cosechados sobre el peso del sustrato seco, expresado en porcentaje. Muchos investigadores adoptan esta definición para evaluar la calidad de residuo orgánico como sustrato para el cultivo de hongos. La eficiencia biológica (% E.B) depende básicamente del sustrato (Tuchán, 2004). En este trabajo se evaluó dicho indicador considerando dos cosechas en cada uno de los tratamientos. La tabla 26 resulta de aplicar la ecuación de eficiencia biológica antes descrita, a las medias de los datos recolectados por cada tratamiento (repeticiones).

Tabla 26: Eficiencia Biológica de *Pleurotus ostreatus* en mazorcas de cacao

TRATAMIENTO	EFICIENCIA BIOLÓGICA
T1	24.46 ± 2.45
T2	21.57 ± 0.76
T3	21.43 ± 1.83
T4	23.90 ± 1.22
T5	31.22 ± 1.19
T6	20.99 ± 2.78

El análisis de varianza de las medias de la eficiencia biológica de *Pleurotus ostreatus* en cada tratamiento, se indican en la tabla 27. Se concluye que hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula (H_0) y aceptar la alterna (H_a), confirmando que hay diferencia estadísticamente significativa en al menos dos tratamientos. Seguidamente, en la tabla 28 se observan los resultados de la prueba de rangos múltiples de Tukey, que nos permite determinar qué tratamiento es significativamente diferente a los demás.

Tabla 27: Análisis de varianza de la Eficiencia Biológica

FUENTE DE VARIACIÓN	SC	GL	CM	F	PROBABILIDAD
Métodos	369.61	5	73.92	17.28	2.88207E-07
Error	102.65	24	4.28		
Total	472.26	29			

Tabla 28: Prueba de rangos múltiples de Tukey - Eficiencia Biológica

TRATAMIENTO	MEDIA	NOTACIÓN
T1	24.46	B
T2	21.57	B
T3	21.43	B
T4	23.90	B
T5	31.22	A
T6	20.99	B

Los resultados indican que la mejor producción de carpóforos la obtuvo T5, con una eficiencia biológica de 31.22%, lo cual indica que por cada 100 gramos de mazorca de cacao se obtuvo 31.22 gramos de basidiocarpos frescos. Seguidamente se ubica el T1, con una E.B de 24.41%; y los tratamientos T4, T2, T3 y T6 con valores de 23.90%, 21.57%, 21.43% y 20.99%, respectivamente. Estadísticamente no hay diferencia significativa entre estos últimos tratamientos.

En la figura 18 se observa gráficamente la diferencia entre el T5 y los demás tratamientos. El tratamiento 5 (3 días de fermentación, esterilizado) tiene una E.B superior a los otros. Probablemente esta diferencia se deba al tratamiento térmico aplicado, lo cual coincide con lo mencionado por Jaramillo & Albertó (2013), quienes destacan la esterilización sobre la inmersión en agua caliente, donde el tratamiento de esterilización obtiene mejores resultados. Asimismo, el tratamiento térmico en autoclave durante una hora asegura la eliminación de todo microorganismo patógeno o competitivo y permite el desarrollo del *Pleurotus ostreatus* sobre el sustrato satisfactoriamente (Martínez, Garzón, Henao & Guarnizo, 2008). Sin embargo, se aprecia en los resultados que los tratamientos

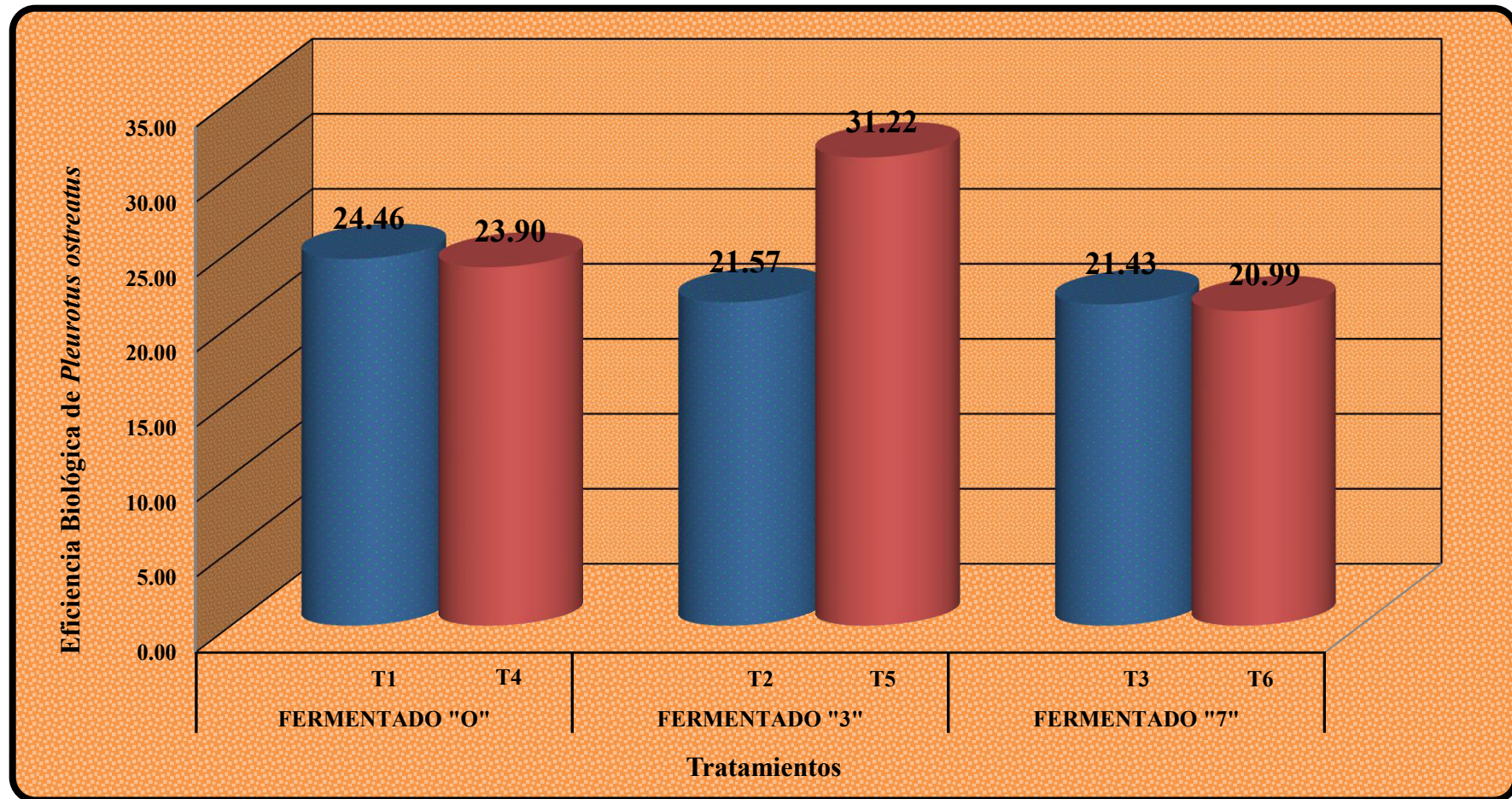


Figura 18: Eficiencia Biológica de los tratamientos evaluados en la producción de *Pleurotus ostreatus*

T4 y T6, también sometidos a tratamiento térmico de esterilización, presentan una E.B similar y no significativamente diferente a los tratamientos T1, T2 y T3 (sometidos a tratamiento térmico de pasteurización); lo cual indica que la preparación del sustrato influyó directamente y tuvo un impacto preponderante en los resultados alcanzados.

Los valores de eficiencia biológica obtenidos en este estudio, incluyendo el % E.B del mejor tratamiento T5, son menores que los reportados por otros investigadores utilizando mazorcas de cacao como sustrato: 82.86% (Tuchán, 2004), 84.5% (García, 2008) y 84% (García et al., 2011). Sin embargo, las diferencias observadas entre la eficiencia biológica de este estudio e investigaciones anteriores, podría explicarse por la aplicación de tecnologías diferentes durante la preparación o adecuación del sustrato. En esta investigación se aplicó la preparación del sustrato por inmersión en agua, mientras que en las investigaciones citadas, la fermentación aerobia (sustrato seco).

En adición a lo anterior, el % E.B de otros sustratos preparados aplicando la misma tecnología fueron de 9.2 a 15.6% para la guadua *angustifolia Kunth* (Martínez et al., 2008) y 54.40% para la pulpa de café fresca (Rodríguez, s/f). No encontrándose la técnica de preparación por inmersión en agua (fermentación) sobre mazorcas de cacao para el cultivo de *Pleurotus ostreatus*.

4.2.3 ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO

La determinación del rendimiento (Y_x/s) generalmente se realiza en base seca, sin embargo, para este propósito se ha utilizado lo recomendado por Flores (2012), García (2008) y García et al. (2011) quienes presentan el rendimiento en base a materia húmeda, es decir, como la relación entre el peso fresco de los cuerpos fructíferos y el peso del sustrato húmedo, expresado en porcentaje. El rendimiento medio de los tratamientos, calculado al considerar dos cosechas, se muestra en la tabla 29.

En la tabla 30 se observa el análisis de varianza de las medias del rendimiento obtenido. Al notar que p-value es menor a 0.05, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_a), concluyendo que existe diferencia estadísticamente significativa en al menos dos tratamientos.

Tabla 29: Rendimiento de *Pleurotus ostreatus* en mazorcas de cacao

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO (%)
T1	21.70 ± 2.09
T2	20.80 ± 0.75
T3	19.70 ± 1.54
T4	21.50 ± 1.10
T5	28.30 ± 1.08
T6	19.84 ± 3.00

Tabla 30: Análisis de varianza del Rendimiento

FUENTE DE VARIACIÓN	SC	GL	CM	F	PROBABILIDAD
Métodos	257.1067	5	51.4213	13.2313	3.00922E-06
Error	93.2720	24	3.8863		
Total	350.3787	29			

Para determinar que tratamiento(s) es diferente a los otros, se aplicó la prueba múltiple de Tukey con un $\alpha = 0.05$. Las notaciones se muestran en la tabla 31, donde se observa que el tratamiento 5 (T5) resultó significativamente diferente a los otros.

Tabla 31: Prueba de rangos múltiples de Tukey - Rendimiento

TRATAMIENTO	MEDIA	NOTACIÓN
T1	21.70	B
T2	20.80	B
T3	19.70	B
T4	21.50	B
T5	28.30	A
T6	19.84	B

El T5 presentó el mejor rendimiento, con 28.30%, lo cual indica que por cada 100 gramos de mazorca de cacao húmeda se obtuvo 28.30g de cuerpos fructíferos. El T1, T4,

T2, T6 y T3 con rendimientos de 21.70%, 21.50%, 20.80%, 19.84% y 19.70%, respectivamente, no presentan diferencia estadísticamente significativa entre ellos (ver figura 19).

Resultados reportados en la literatura manifiestan que los tiempos de fermentación duran entre cinco y siete días en el caso de paja de cereales, bagazo de caña de azúcar y tabaco en rama, realizadas a temperaturas entre 20 y 30°C (Muez & Pardo, 2001). Sin embargo, cabe indicar que el tiempo de fermentación depende específicamente del contenido de azúcares fermentables en el sustrato y de la capacidad fermentativa del microorganismo. En esta investigación, se evaluó el efecto del tiempo de fermentación (1, 3 y 7 días) de las mazorcas de cacao en la producción de *Pleurotus ostreatus*, con la finalidad de obtener la mayor producción expresada en los evaluadores peso de carpóforos, % E.B y % Rendimiento del hongo ostra. Los resultados mostraron que la mejor condición para este propósito es cuando las mazorcas se fermentaron durante tres días. A partir de este resultado se pueden proponer las siguientes posibles explicaciones:

- 1) Se agotaron las sustancias fermentables del sustrato (mazorcas de cacao), limitando el posterior desarrollo de microorganismos competidores y una contaminación con hongos no deseables durante el periodo de incubación,
- 2) La acción metabólica de las bacterias facilitó la acción de las enzimas del hongo sobre el sustrato, que presentó una composición óptima de nutrientes para el hongo; y
- 3) La adición de carbonato de calcio (CaCO_3) amortiguó el efecto de la disminución de pH, lo que propició un ambiente adecuado para el desarrollo de *Pleurotus ostreatus*.

Es posible que en el tratamiento que duro un día de fermentación, no se haya agotado completamente la fuente de azúcar fermentable, lo que propició una colonización de hongos contaminantes durante el periodo de incubación (los microorganismos compiten por los nutrientes presentes en el medio), limitando el crecimiento y la producción de *Pleurotus ostreatus*.

Finalmente, en el tratamiento sometido a siete días de fermentación, pudo haberse completado el proceso de fermentación, sin embargo, el pH disminuyó a valores que no permitieron el crecimiento normal de *P. ostreatus*, sentencia que se comprueba al observar

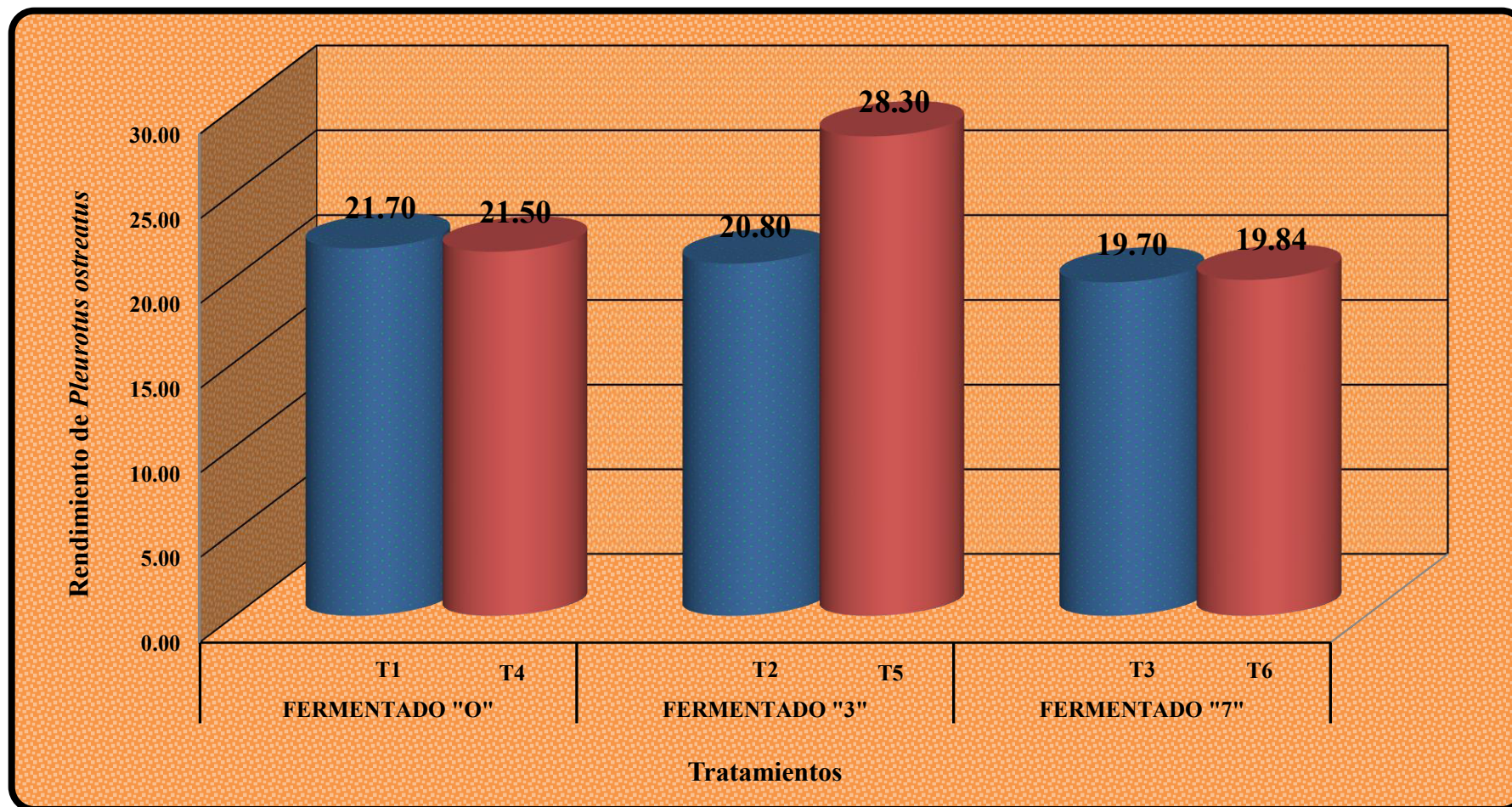


Figura 19: Rendimiento de los tratamientos evaluados en la producción de *Pleurotus ostreatus*

los datos obtenidos de peso de carpóforos, % E.B y % Rendimiento, que siempre fueron menores a los valores de los otros tratamientos, a pesar de no encontrarse diferencia significativa entre ellos (excluyendo el tratamiento 5).

De otra parte, García (2008) y García et. al. (2011) reportaron un rendimiento para la mazorca de cacao de 22.8% y 33,2%, respectivamente. La diferencia entre esta y otras investigaciones podría ser parcialmente explicada de la siguiente manera: cada uno de los autores inicia la preparación del sustrato con diferente porcentaje de humedad.

García (2008) reportó 22.8% como rendimiento de *Pleurotus ostreatus* sobre mazorca de cacao fermentada *en sustrato sólido*. La autora añade que, rendimientos superiores al 10% son aceptables para explotar económicamente el sustrato para el cultivo de hongos. Todos los tratamientos en el estudio presentaron rendimientos superiores al mínimo aceptable propuesto por la autora (10%), mientras que el tratamiento 5 superó el valor obtenido por García (2008), que presentó una media de 22.8%, pero inferior al reportado por García et. al. (2011) de 33.2%. Lo anterior podría evidenciar que para el presente estudio, el mejor indicador de la producción de *Pleurotus ostreatus* es el rendimiento, que expresa valores que realmente pueden compararse con investigaciones anteriores, a pesar de utilizar diferentes metodologías en la preparación o adecuación del sustrato.

Los resultados son alentadores y contribuyen como precedente para continuar estudiando la producción de estas setas en cáscaras de cacao, utilizando diferentes tecnologías. Esto permite prever la utilización de mazorcas de cacao en las zonas cacaoteras como alternativa para disminuir los costes de producción y al mismo tiempo reciclar un componente de valor negativo. Según Muez & Pardo (2001) la idoneidad de un sustrato para el cultivo de hongos depende, en gran parte, de su composición, la disponibilidad y coste. En este sentido, las ventajas de la mazorca de cacao sobre materiales de residuos alternativos son (1) que es un sustrato nutritivo para el crecimiento y el desarrollo de hongos y (2) que está actualmente disponible.

4.3 CARACTERIZACIÓN SENSORIAL DE CINCO FORMULACIONES DE SALSA A BASE DE *Pleurotus Ostreatus*

Para la caracterización sensorial de salsa a base de *Pleurotus ostreatus* se utilizó la técnica descriptiva Perfil Flash (PF), y para la validación de los resultados la herramienta estadística AGP, el cual aproxima las configuraciones de cada juez a un consenso general (ver Anexo VI).

El Análisis de varianza de Procrusteno (PANOVA) se muestra en la tabla 32, donde se resume la eficiencia de cada transformación o permutaciones del AGP en términos de reducción de la variabilidad total. La etapa de traslación ($F = 1.838$ y $p\text{-value} = 0.005$) obtuvo un impacto preponderante en la reducción de la variabilidad de las configuraciones; sin embargo, la reescalación ($F=0.243$ y $p=0.999$) y la rotación ($F=0.652$ y $p=0.991$) no tienen efecto significativo en la contribución de permutación sobre la variabilidad de las configuraciones.

Tabla 32: Análisis de varianza de Procrusteno (PANOVA)

Fuente	GDL	Suma de los cuadrados	Media de los cuadrados	F	p-value
Residuos después reescalación	57	112.493	1.974		
Reescalación	19	9.118	0.480	0.243	0.999
Residuos después rotación	76	121.611	1.600		
Rotación	532	684.339	1.286	0.652	0.991
Residuos después traslación	608	805.950	1.326		
Traslación	152	551.250	3.627	1.838	0.005
Total corregido	760	1357.200	1.786		

4.3.1 EVALUACIÓN DE LOS JUECES

La evaluación mediante el PF se realizó con la participación de 20 jueces. Este número es superior al tradicionalmente usado, que indica de 4 a 8 jueces (Dairou &

Sieffermann, 2002 y Delarue & Sieffermann, 2004). Se trabajó con este número de jueces con el objetivo de conseguir un perfil más próximo al del consumidor, de acuerdo a lo propuesto por Thamke, Dürschmid & Rohm (2009) en un trabajo de descripción de chocolate por consumidores, empleando la Técnica Perfil Flash.

En la tabla 33 y figura 20 se presenta el residuo por juez luego de la evaluación del AGP. Se observa que el residuo es mayor para el juez 7 (16.511), lo cual indica que este juez es el más alejado del consenso, es decir, las notas que ha proporcionado son sensiblemente diferentes a las notas de los otros evaluadores pues no percibe los productos de la misma forma. Similar comportamiento se observa en los jueces 14 (10.646), 16 (9.575) y 2 (7.409). Además, se puede indicar que los residuos de los otros jueces son relativamente similares entre sí.

Tabla 33: Residuo por juez resultado del AGP

RESIDUO POR JUEZ			
JUEZ	RESIDUO	JUEZ	RESIDUO
Juez 1	4.610	Juez 11	2.189
Juez 2	7.409	Juez 12	2.568
Juez 3	3.887	Juez 13	5.648
Juez 4	4.705	Juez 14	10.646
Juez 5	5.341	Juez 15	3.744
Juez 6	4.077	Juez 16	9.575
Juez 7	16.511	Juez 17	5.177
Juez 8	6.277	Juez 18	4.418
Juez 9	4.561	Juez 19	4.648
Juez 10	2.742	Juez 20	3.760

La tabla 34 y figura 21 permiten visualizar los factores de puesta en escala del AGP. El comportamiento de los jueces se presentó en dos grupos: el grupo con factor de reescalamiento menor a 1 (jueces 1, 4, 5, 8, 9, 15, 16, 17, 18 y 20), que no utilizaron una escala tan amplia como los otros jueces y proporcionaron menor cantidad de descriptores sensoriales; y el grupo con factor de reescalamiento mayor a 1 (jueces 2, 3, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14 y 19), que presentó mayor cantidad de descriptores y similares atributos sensoriales, a diferencia del grupo anterior.

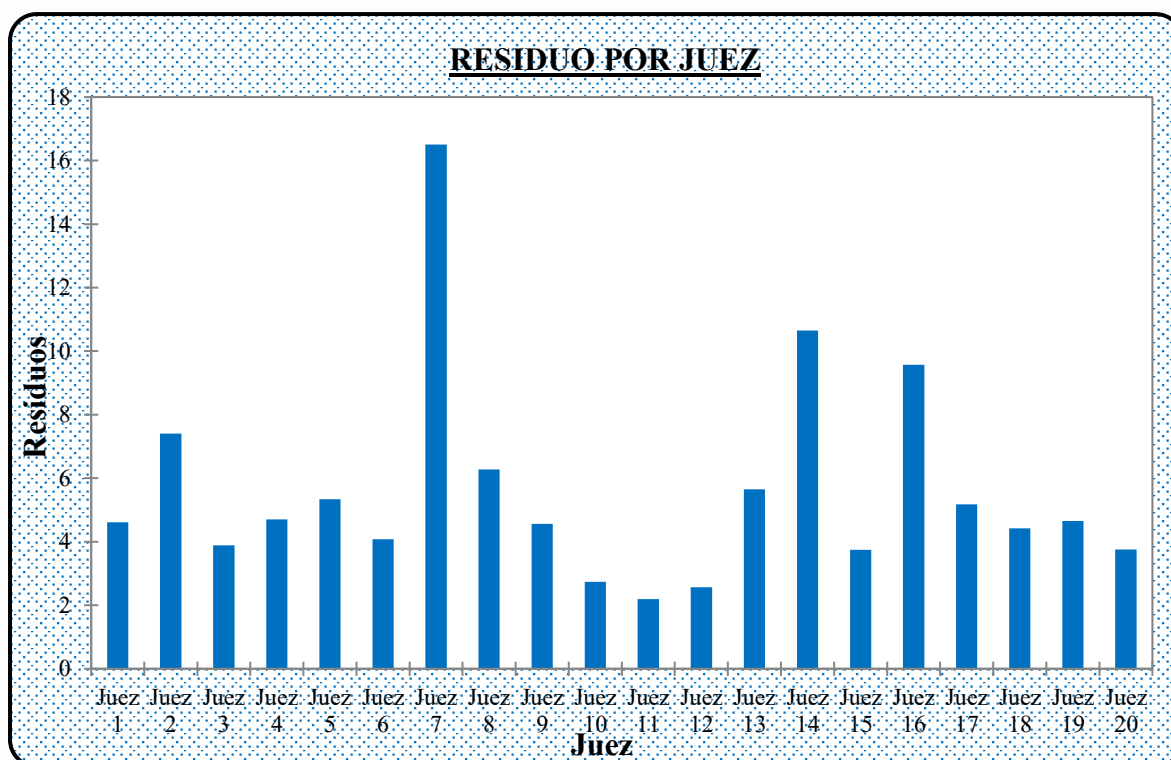


Figura 20: Residuo por juez resultado del AGP

Tabla 34: Factores de Reescalación para cada juez

FACTORES DE REESCALACIÓN PARA CADA JUEZ			
JUEZ	FACTOR	JUEZ	FACTOR
Juez 1	0.910	Juez 11	1.140
Juez 2	1.248	Juez 12	1.036
Juez 3	1.130	Juez 13	1.089
Juez 4	0.987	Juez 14	1.045
Juez 5	0.978	Juez 15	0.924
Juez 6	1.113	Juez 16	0.920
Juez 7	1.053	Juez 17	0.981
Juez 8	0.771	Juez 18	0.920
Juez 9	0.994	Juez 19	1.104
Juez 10	1.034	Juez 20	0.953

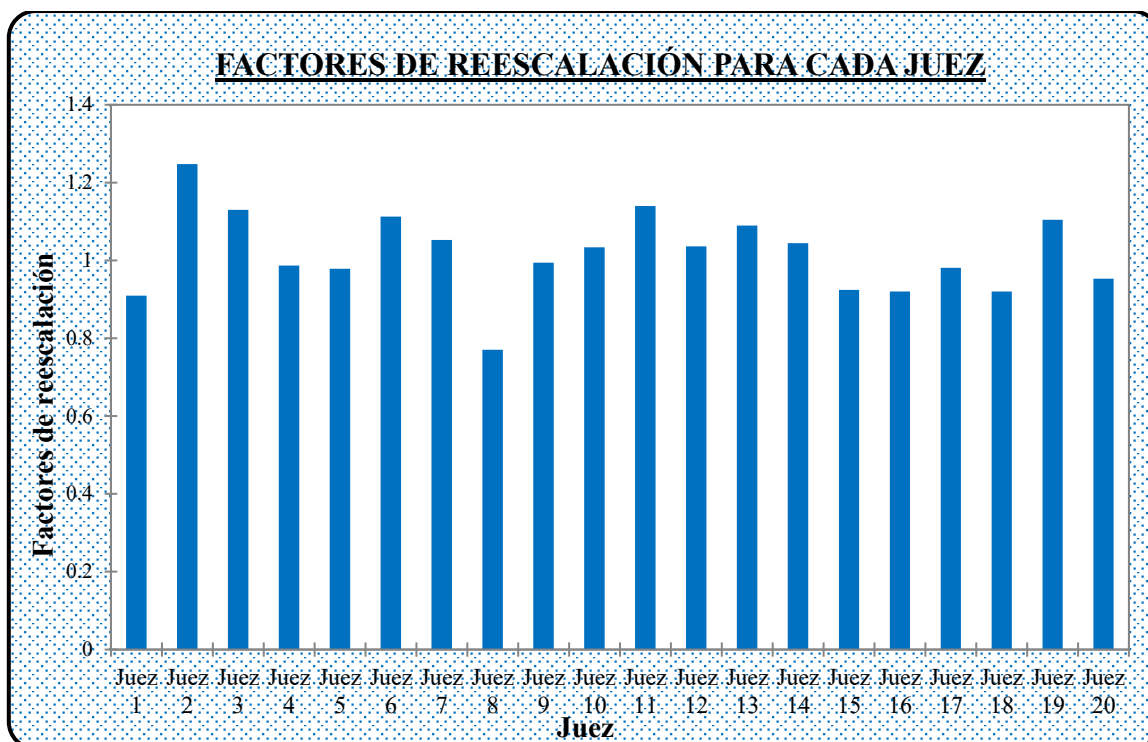


Figura 21: Factores de reescalación para cada juez

Albert, Varela, Salvador, Hough, & Fizman (2011) y Delarue & Sieffermann (2004) señalan que las diferencias encontradas en el uso de términos entre jueces, pudo deberse a que en el PF los evaluadores no son forzados a usar los mismos atributos sensoriales.

Por su parte, Bárcenas, Pérez & Albisu (2004) mencionan que la diferencia entre los jueces respecto al número generado de atributos sensoriales, puede explicarse debido a las diferencias en la percepción sensorial de los jueces.

Prescott (1998) y Delarue & Sieffermann (2004) añaden que las diferencias sobre la generación y uso de atributos sensoriales se deben a factores extrínsecos como cuestiones culturales (criterio idiosincrásico), situaciones socio-demográficas, edad, cuestiones cognitivas, actitudinales y familiaridad con el producto; en conjunto, con términos de calidad, seguridad, salud y origen del producto, factores que juegan un papel importante sobre la explicación de las diferencias en la percepción sensorial en los consumidores.

Asimismo, para la determinación del consenso multidimensional de los jueces se utilizó el coeficiente de correlación R_c (tabla 35). El R_c para los jueces no entrenados (consumidores) fue 0.56 (56.0%); este valor indica correlación positiva, es decir, se produjo un adecuado consenso en el desempeño de los jueces.

Tabla 35: Prueba de consenso entre jueces

Resultados de la prueba de consenso	
Permutaciones	500
R_c	0.558
Cuantil	100.000

Similares resultados reportó Hernández et al., (2010) en la evaluación de quesos frescos con jueces no entrenados, $R_c=0.55$. Sin embargo, el índice de consenso R_c es bajo respecto al informado por Ramírez, Paz & Nogueira (2011) en la caracterización sensorial y análisis de las preferencias de los consumidores de frituras tipo chips de malanga, en donde $R_c = 0.781$ (78.1%).

4.3.2 EVALUACIÓN DE LOS ATRIBUTOS GENERADOS POR LOS JUECES

La técnica Perfil Flash permitió que los evaluadores describieran 5 formulaciones (productos o muestras) y generen su propio vocabulario (atributos o descriptores) para evaluar las características sensoriales. Cada evaluador generó entre 3 y 8 descriptores con un promedio de 6 descriptores, generando un total de 97 atributos. La cantidad de términos generados fue superior a otras investigaciones utilizando la misma técnica de caracterización sensorial; Ramírez et al. (2009), reportaron 50 atributos en la optimización de las formulaciones de camarón ahumado; Ramírez et al. (2010), indicaron entre 9 y 16 atributos para un total de 58 en la caracterización sensorial de hamburguesas de pescado barrilete negro (*Euthynus lineatus*) y Gamboa et al. (2012), presentaron entre 8 y 12 atributos para 39 generados, pero sólo 25 fueron introducidos al AGP. La evidente diferencia en la cantidad final de atributos sensoriales entre esta investigación y los mencionados trabajos puede ser explicada por la cantidad de jueces empleados, puesto que el equipo de la presente investigación estuvo conformado por 20 jueces, en contraposición

a los 5, 5 y 6 jueces utilizados por los investigadores mencionados, en los estudios reportados. Además, Delarue & Sieffermann (2004) afirman que un equipo de jueces inexpertos, al ser sujetos sin o con menos entrenamiento, tienen un vocabulario variado totalmente espontáneo.

En la tabla 36 se observa la lista final de atributos sensoriales obtenidos durante la sesión del PF para la caracterización de salsa a base de *Pleurotus ostreatus*. Se presentaron 14 descriptores (ácido, agradable, apariencia homogénea, aromática, chicloso [presencia de hongos], color, consistencia de hongos, elástica, espesa, grumosa, mantecosa, sabor a leche, salada y suave en boca) de los cuales más del 60% corresponden a atributos relacionados al sentido del gusto.

Tabla 36: Lista final de atributos sensoriales para la caracterización de cinco formulaciones de salsa

PERFIL FLASH	
1. Ácido	8. Elástica
2. Agradable	9. Espesa
3. Apariencia homogénea	10. Grumosa
4. Aromática	11. Mantecosa
5. Chicloso (hongo)	12. Sabor a leche
6. Color	13. Salada
7. Consistencia de hongos	14. Suave en boca

Esta inclinación en la generación de términos relacionados al sentido del gusto, podría ser parcialmente explicada por los incrementos o decrementos de alguno de los ingredientes en la elaboración de los productos, que por ende manipulan el gusto, puesto que los sabores básicos son variables. De manera general, es posible afirmar que los atributos del sentido del gusto tienen mayor influencia en la selección de los alimentos e incluso son más importantes que los de los otros sentidos (Asp, 1999; Prescott, 1998).

4.3.3 EVALUACIÓN DE LAS MUESTRAS O PRODUCTOS

Se elaboraron cinco formulaciones de salsa a partir de *Pleurotus ostreatus* (hongos frescos cosechados), modificando las formulaciones de una salsa a base de champiñones y especias secas (Rivadeneira, 2009). Las formulaciones variaron en el contenido de almidón modificado, maltodextrina, goma xantana y manteca vegetal, así como en el porcentaje de *Pleurotus ostreatus*, tal como se presenta en la tabla 37. Los productos fueron codificados con números aleatorios de tres dígitos. Realizada la codificación, se sirvió porciones de 20mL.

Tabla 37: Formulaciones y codificaciones de las muestras de salsa a base de *Pleurotus ostreatus*

CODIFICACIÓN	FORMULACIONES				
	296	823	508	479	641
INGREDIENTE/MUESTRAS	A	B	C	D	E
<i>Pleurotus ostreatus</i> (%)	13.53	12.98	13.48	13.63	13.53
Almidón modificado (%)	2.20	1.80	2.00	1.60	1.40
Maltodextrina (%)	0.00	0.70	0.50	1.00	1.30
Goma xantana (%)	0.35	0.40	0.30	0.25	0.45
Manteca vegetal (%)	1.80	2.00	1.60	1.40	1.20

En la tabla 38 se observa el residuo por muestra después de las transformaciones del AGP. La muestra D (479) obtuvo el residuo más débil (17.75). Esto indica que el producto es objeto de consenso y no hay gran diferencia entre las calificaciones de los evaluadores para esta formulación, es decir, todos perciben de forma similar la muestra. De otra parte, el mayor residuo se obtuvo para la formulación C (508) con 33.07, es decir, se presentó un menor consenso entre los jueces con respecto a esta muestra. En la figura 22 se observa el residuo por muestra resultado del AGP.

Tabla 38: Residuo por muestra resultado del AGP

MUESTRA	RESIDUO
A	18.44
B	23.77
C	33.07
D	17.75
E	19.45

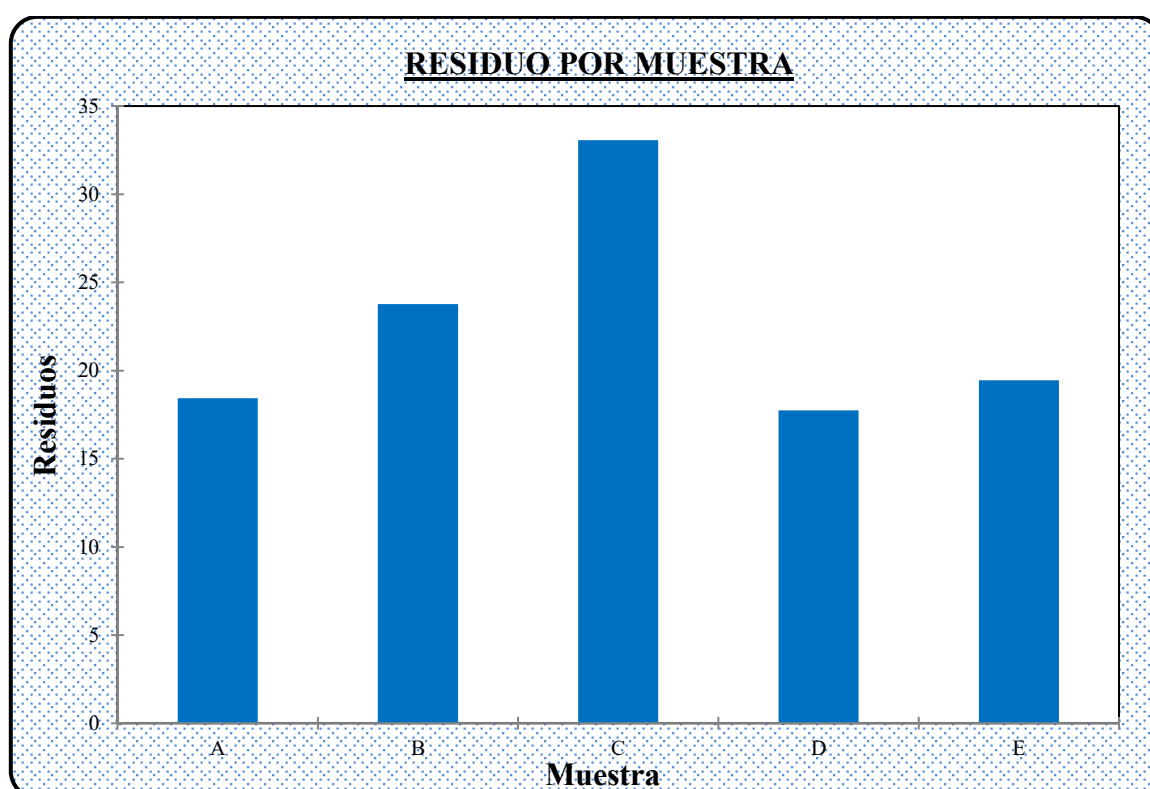


Figura 22: Residuo por muestra resultado del AGP

Los atributos sensoriales presentados por los jueces consumidores se introdujeron al AGP, los descriptores generados por el análisis del Perfil Flash fueron representados en dos dimensiones o ejes ($F1=57.97$ y $F2=24.63$) donde explican 82.60% de la variabilidad de los datos, como se aprecia en la tabla 39 y figura 23.

Tabla 39: Variabilidad (%) de valores propios

	F1	F2	F3	F4
Valor propio	4.855	2.063	1.011	0.446
Variabilidad (%)	57.972	24.632	12.067	5.329
% Acumulado	57.972	82.604	94.671	100.000

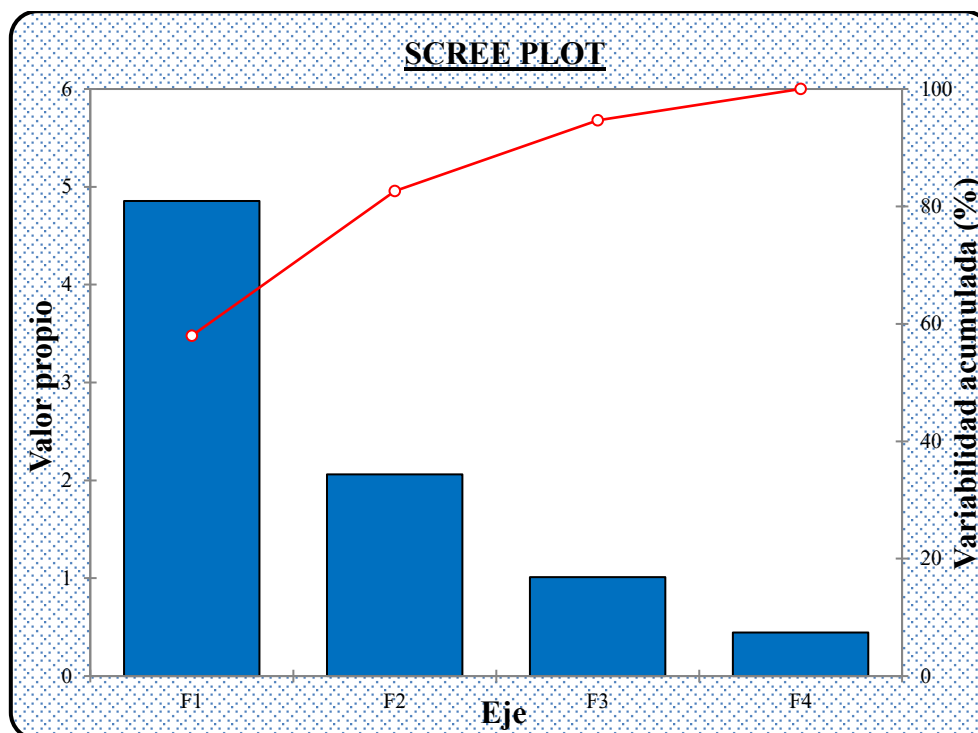


Figura 23: Variabilidad (%) de valores propios y variabilidad acumulada

Este valor es similar a los obtenidos por Ramírez et al. (2010), Ramírez et al. (2009) y Gamboa et al. (2012), quienes reportaron valores de 83.23% en la caracterización sensorial de hamburguesas de pescado barrilete negro (*Euthynus lineatus*), 82.39% en la caracterización sensorial del camarón ahumado (*Litopenaeus vannamei*) y 72.69% en la calidad fisicoquímica y sensorial del queso tipo manchego durante la maduración, respectivamente, mediante la técnica Perfil Flash. Sin embargo, este valor fue superior al reportado por Dairou & Sieffermann (2002) de 69%, en la comparación de 14 mermeladas caracterizadas por QDA y Perfil Flash.

En la figura 24 se observa la ubicación de las muestras o productos en el espacio sensorial. Se aprecia la formación de tres grupos en las dimensiones F1 y F2 (82.6%), donde las muestras C y D son similares entre sí; similar comportamiento presentan las muestras B y E (similares entre ellas), y la muestra A es diferente a todas las muestras en estudio.

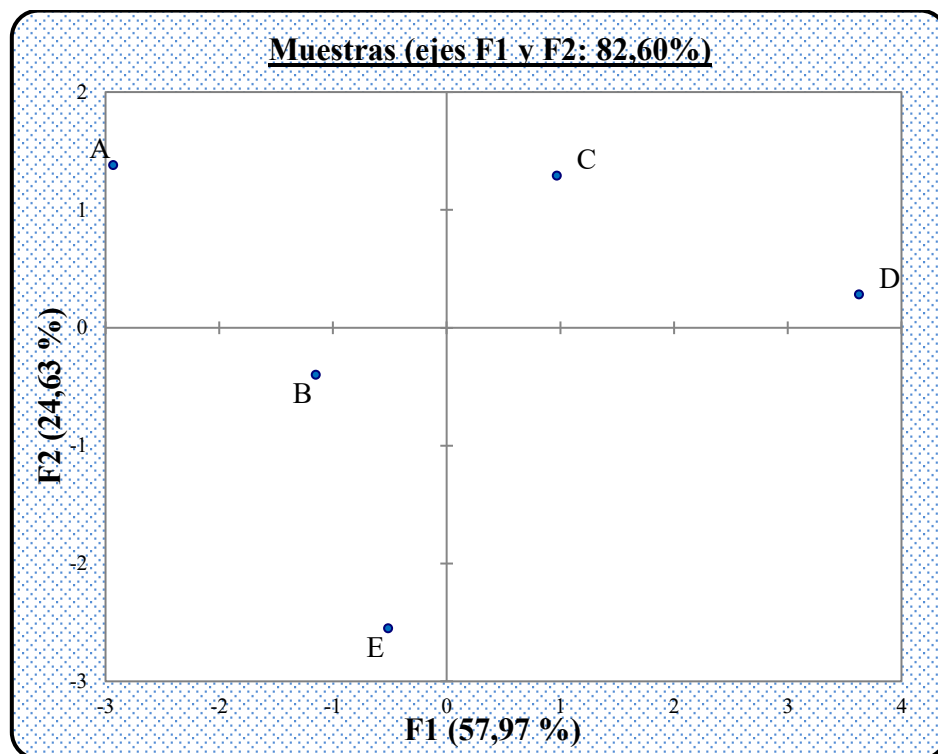


Figura 24: Espacio sensorial de muestras

La figura 25 muestra el espacio sensorial de atributos generados por el equipo de jueces durante la caracterización sensorial mediante el Perfil Flash, en las dimensiones F1 y F2 (82.60%).

Relacionando la figura 24 (espacio sensorial de muestras) y figura 25 (espacio sensorial de atributos) se pueden observar las diferencias sensoriales entre grupos de muestras, y los atributos o descriptores que los caracteriza.

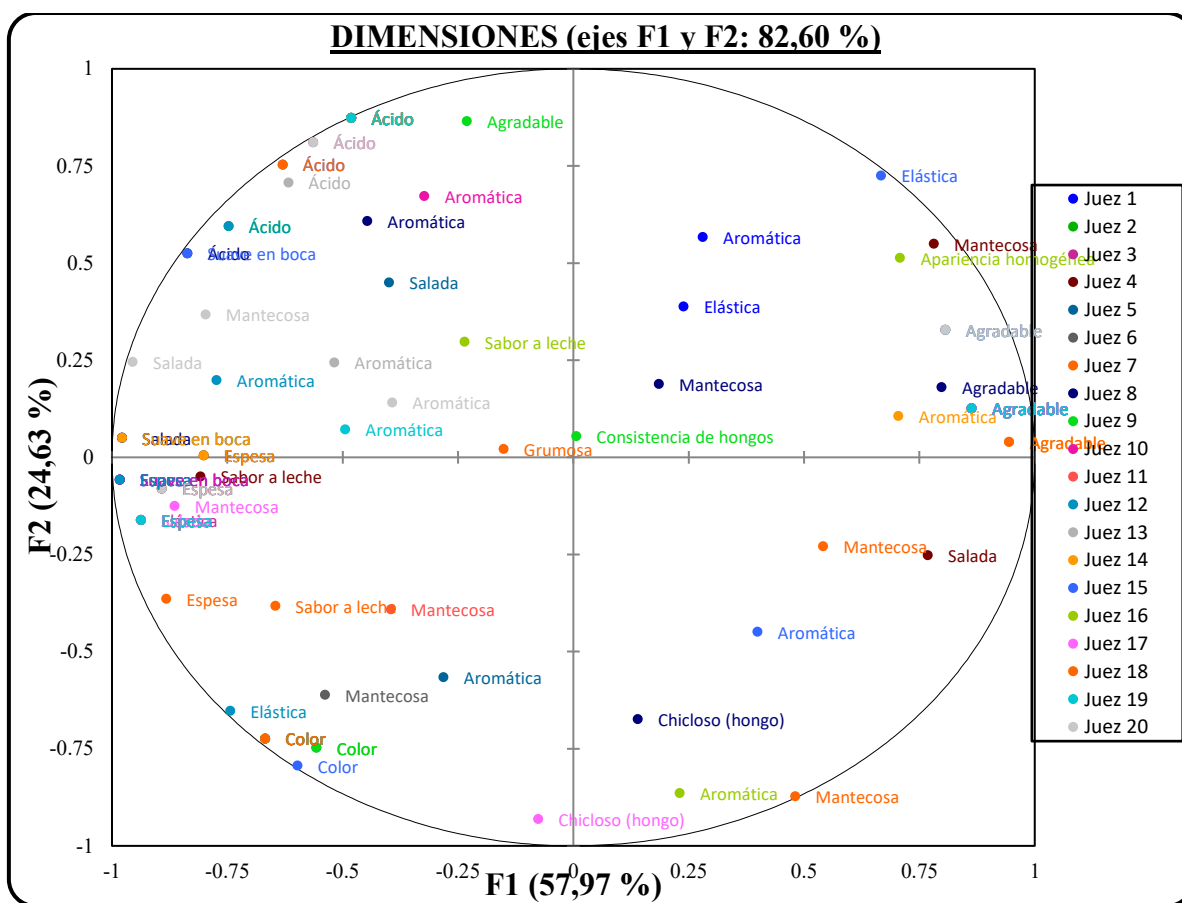


Figura 25: Espacio sensorial de atributos o descriptores

En la tabla 40 se presenta los atributos más relevantes en la descripción de salsa a base de *Pleurotus ostreatus*. Tal como sugieren Guàrdia et al. (2010) y Kobayashi & Benassi (2012) solo los descriptores con coeficientes de correlación igual o superior a 0.6 (valor absoluto) y a la vez citados por varios jueces, deben ser utilizados para visualizar las relaciones entre las muestras y los atributos.

**Tabla 40: Atributos correlacionados por juez con las dos dimensiones
(F1 y F2)**

JUEZ	DIMENSIÓN (F1)	DIMENSIÓN (F2)
1	Espesa (-0.94); Agradable (0.86); Aromática (0.28); Ácido (-0.48); Suave en boca (-0.98); elástica (0.24)	Espesa (-0.16); Agradable (0.13); Aromática (0.57); Ácido (0.87); Suave en boca (-0.06); elástica (0.37)
2	Espesa (-0.89); Color (-0.56); Ácido (-0.48)	Espesa (-0.08); Color (-0.75); Ácido (0.87)
3	Espesa (-0.94); Agradable (0.81); Ácido (-0.56); Elástica (-0.94)	Espesa (-0.16); Agradable (0.33); Ácido (0.81); Elástica (-0.16)
4	Salada (0.77); Mantecosa (0.78); Sabor a Leche (-0.81); Agradable (0.86); Espesa (-0.80)	Salada (-0.25); Mantecosa (0.55); Sabor a Leche (-0.05); Agradable (0.13); Espesa (0.004)
5	Espesa (-0.94); Salada (-0.40); Aromática (-0.28); Suave en boca (-0.98); Color (-0.67)	Espesa (-0.16); Salada (0.45); Aromática (-0.57); Suave en boca (0.05); Color (-0.72)
6	Agradable (0.86); Ácido (-0.48); Espesa (-0.94); Mantecosa (-0.54)	Agradable (0.13); Ácido (0.87); Espesa (-0.16); Mantecosa (-0.61)
7	Sabor a leche (-0.65); Ácido (-0.48); Mantecosa (0.48)	Sabor a leche (-0.38); Ácido (0.87); Mantecosa (-0.87)
8	Aromática (-0.45); Espesa (-0.98); Color (-0.67); Ácido (-0.84); Chicloso (Hongos) (0.14); Mantecosa (0.19); Salada (-0.98); Agradable (0.80)	Aromática (0.61); Espesa (-0.06); Color (-0.72); Ácido (0.52); Chicloso (Hongos) (-0.67); Mantecosa (0.19); Salada (0.05); Agradable (0.18)
9	Ácido (-0.75); Espesa (-0.94); Color (-0.56); Agradable (-0.23); Consistencia de hongos (0.01)	Ácido (0.59); Espesa (-0.16); Color (-0.75); Agradable (0.86); Consistencia de hongos (0.05)
10	Espesa (-0.89); Suave en boca (-0.98); Aromática (-0.32); Ácido (0.48); Agradable (0.86)	Espesa (-0.08); Suave en boca (-0.06); Aromática (0.67); Ácido (0.87); Agradable (0.13)
11	Agradable (0.86); Mantecosa (-0.40); Espesa (-0.94); Ácido (-0.48)	Agradable (0.13); Mantecosa (-0.39); Espesa (-0.16); Ácido (0.87)
12	Espesa (-0.98); Ácido (-0.75); Elástica (-0.74); Agradable (0.81); Aromática (-0.77)	Espesa (-0.06); Ácido (0.59); Elástica (-0.65); Agradable (0.33); Aromática (0.20)
13	Ácido (-0.62); Agradable (0.86); Espesa (-0.94); Aromática (-0.52)	Ácido (0.71); Agradable (0.13); Espesa (-0.16); Aromática (0.24)
14	Agradable (0.95); Suave en boca (-0.98); Espesa (-0.80); Aromática (0.71)	Agradable (0.04); Suave en boca (0.05); Espesa (0.004); Aromática (0.11)

Tabla 40 ... continuación

5	Aromática (0.40); Ácido (-0.63) ; Suave en boca (-0.84) ; Agradable (0.86) ; Elástica (0.67) ; Color (-0.60)	Aromática (-0.45); Ácido (0.75) ; Suave en boca (0.52); Agradable (0.13) ; Elástica (0.72) ; Color (-0.79)
16	Apariencia de hongos (0.71) ; Aromática (0.23); Sabor a leche (-0.24); Color (-0.67) ; Ácido (-0.48)	Apariencia de hongos (0.51); Aromática (-0.86) ; Sabor a leche (0.30); Color (-0.72) ; Ácido (0.87)
17	Salada (-0.94) ; Mantecosa (-0.86) ; Espesa (-0.94) ; Chicloso (hongos) (-0.08); Agradable (0.86)	Salada (-0.16); Mantecosa (-0.13); Espesa (-0.16); Chicloso (hongos) (-0.93) ; Agradable (0.13)
18	Color (-0.67) ; Espesa (-0.88) ; Ácido (-0.63) ; Mantecosa (0.54); Grumosa (-0.15); Agradable (0.94)	Color (-0.72) ; Espesa (-0.36); Ácido (0.75) ; Mantecosa (-0.23); Grumosa (0.02); Agradable (0.04)
19	Espesa (-0.94) ; Aromática (-0.49); Agradable (0.86) ; Ácido (-0.48)	Espesa (-0.16); Aromática (0.07); Agradable (0.13) ; Ácido (0.87)
20	Espesa (-0.89) ; Aromática (-0.39); Salada (-0.95) ; Ácido (-0.56) ; Agradable (0.81) ; Mantecosa (-0.80)	Espesa (-0.08); Aromática (0.14); Salada (0.24) ; Ácido (0.81) ; Agradable (0.33) ; Mantecosa (0.37)

La primera dimensión está relacionada principalmente con diferencias de textura entre las muestras (espesa, elástica y suave en boca), así como con los términos mantecosa y salada. La segunda dimensión fue explicada mejor por los términos ácida, aromática y color, relacionados al sabor, aroma y apariencia.

Las muestras B y E (ubicadas en la zona negativa de las dimensiones 1 y 2) han sido caracterizadas por los atributos espesa, suave en boca y mantecosa (negativos en la F1), siendo las de mayor cuerpo y textura dentro del grupo evaluado. Estas muestras presentan el mayor porcentaje de goma xantana (B, 0.40%; E, 0.45%) y la mayor cantidad de sustancias espesantes (ver tabla 37).

Al poseer propiedades pseudoplásticas, la goma xantana tiene entre sus principales propiedades funcionales el espesar alimentos, proporcionando cuerpo y textura cremosa (Castro et al., 2010; Fernández, Manzano & Calañas, 2005). Muller & Tobin (1986) mencionan que al aumentar la viscosidad se modifica la “sensación en el paladar”, por lo que puede inferirse que esta sensación fue traducida como “suave en boca” por los jueces. De la misma forma, dichas muestras fueron descritas con el término “mantecosa”; Naranjo

et al. (2007) mencionan que la maltodextrina es utilizada como imitadora de grasa en cremas, salsas y otros. En otras palabras, la maltodextrina mezclada con agua forma una especie de gel que imita la textura aportada por la grasa (Fernández et al., 2005). Las muestras B y E presentaron mayor cantidad de “maltodextrina-manteca”, con 2.70% y 2.50%, respectivamente.

Asimismo, la mezcla de polisacáridos presenta grandes fenómenos de sinergia: aumento importante de la viscosidad en relación a cada componente tomado aisladamente (Multón, 2000); lo cual se observa en este grupo de muestras, a mayor concentración, mayor fue la viscosidad, al ser caracterizadas como las más espesas, mantecosas y en general, las menos agradables.

Por su parte, la muestra A (zona negativa de la dimensión 1, positiva de la dimensión 2) fue caracterizada con los atributos ácida, aromática (positivas para F2), salada (negativas para F1) y poco agradable.

Pangborn, Gibbs & Tassan (1978) en su estudio del efecto de los hidrocoloides en la viscosidad aparente y las propiedades sensoriales de bebidas, observaron que el aumento de la concentración de dichos elementos menguan significativamente las intensidades de sabor y aroma (entre ellas la acidez). Asimismo, Nishinari (2006) menciona que la intensidad percibida de sabores básicos en la boca disminuye con el aumento de la viscosidad. Todas las muestras en esta investigación presentaron la misma cantidad de ácido cítrico y mostaza (sustancias que proporcionan acidez al producto), pero la muestra A fue descrita como la más ácida y aromática; lo cual puede explicarse debido a que dicha muestra presentó la menor cantidad de hidrocoloides dentro de su formulación (2.55%, ver tabla 37).

Finalmente, el grupo compuesto por las muestras C y D (zona positiva de las dimensiones 1 y 2) caracterizadas por los términos aromática (positivos en la F2), mantecosa y elástica (positivos en la F1), resultó ser el más agradable de toda la evaluación. Probablemente sus formulaciones tuvieron las concentraciones más adecuadas en cuanto a espesantes y manteca.

Multón (2000) menciona que las propiedades organolépticas mantenidas o reforzadas por los aditivos apropiados, en las cantidades apropiadas, son la base de la apreciación global que determina la aceptación de un producto. Cabe resaltar que el mismo autor menciona que la combinación del sistema almidón-hidrocoloides constituye la base de un gran número de aplicaciones industriales y es objeto de numerosas patentes. Sin embargo, la formulación D es objeto de consenso por parte de los jueces y presenta el residuo más débil (17.75, ver figura 22), por tanto, fue seleccionada como la formulación que reúne los mejores atributos descritos por el equipo de jueces evaluadores.

Los términos “grumoso”, “consistencia” y “sensación chiclosa del hongo”, no fueron relevantes para los jueces, lo que indica que la cantidad de hongos fue percibida como homogénea en todas las formulaciones.

V. CONCLUSIONES

- Se estableció una metodología adaptada para el cultivo y producción de *Pleurotus ostreatus* en mazorcas de cacao, previamente tratadas en un proceso de inmersión en agua; ofreciendo una alternativa de valorización de estos residuos agroindustriales.
- Las mazorcas de cacao (clon CCN-51) adecuadamente tratadas como los procedimientos utilizados en este estudio, contienen los nutrientes necesarios para la fructificación y el crecimiento de *Pleurotus ostreatus*. Entre sus características más importantes destacan el contenido de proteínas (1.14% p/p) y carbohidratos (13.20% p/p) necesarios para el desarrollo de los hongos ostra.
- Los procedimientos utilizados en el acondicionamiento del sustrato y las condiciones de cultivo empleados en este estudio son adecuados para obtener una morfología apropiada de los cuerpos fructíferos maduros del hongo, comparados a los estándares establecidos. Sin embargo, un factor importante a considerar desde el punto de vista comercial es el rendimiento del producto (28.30%), el cual puede ser mejorado en estudios posteriores.
- El hongo comestible *Pleurotus ostreatus* utilizado en la formulación de la salsa, confiere características sensoriales aceptables, además de incrementar el valor nutricional. En la presente investigación, la mejor proporción (máxima) encontrada del hongo desde el punto de vista sensorial fue 13.63%, bajo las condiciones ensayadas (formulación D); la incorporación de concentraciones mayores repercute en características, como la textura, propias de las salsas comerciales.
- La incorporación de *Pleurotus ostreatus* en la formulación de salsas confiere atributos sensoriales aprovechables. Utilizando la técnica de caracterización sensorial Perfil flash se obtuvieron descriptores de la salsa como “aromática”. Esto sugiere un potencial uso de esta materia prima en la producción comercial de salsas y así desarrollar nuevos productos con valor agregado.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios con mezclas de sustratos, es decir, mazorcas de cacao mezcladas o suplementadas con otros subproductos agrícolas o residuos agroindustriales, puesto que las mezclas mejoran las condiciones físicas del sustrato. Además, puede ser económicamente factible si se emplean residuos o subproductos de fácil adquisición y procedentes de la misma zona o cercanas.
- Utilizar sustrato seco en la metodología descrita en la investigación, con la finalidad de obtener mayor producción en la determinación del peso de carpóforos, % E.B y % Rendimiento de *Pleurotus ostreatus*.
- Estudiar el cultivo y producción de *Pleurotus ostreatus* sobre sustratos previamente preparados mediante la técnica de inmersión en agua alcalina, con el objetivo de prescindir del tratamiento térmico del sustrato y los costos que esto involucra.
- Estudiar la correlación general entre datos instrumentales y los atributos sensoriales generados en la investigación, con el objetivo de mejorar la obtención de atributos de textura u otros; para lograr una mayor aceptabilidad del producto elaborado.
- Evaluar el efecto sensorial de *Pleurotus ostreatus* en la salsa elaborada, manteniendo constante las cantidades de los ingredientes y modificando únicamente el porcentaje (%) de hongos ostra.
- Realizar el estudio de costos de producción de la salsa a base de *Pleurotus ostreatus*.
- Determinar el estudio de vida útil de la salsa a base de *Pleurotus ostreatus*.

VII. LISTA DE REFERENCIAS

- Academia del área de plantas piloto de alimentos. (2004). *Introducción a la tecnología de alimentos* (2da ed.). México, D.F., México: Limusa - Grupo Noriega Editores.
- Aguinaga, P. N. (2012). *Evaluación de cuatro sustratos para la producción del hongo ostra (Pleurotus ostreatus) en tres ciclos de producción en la zona de Tambillo, provincia de Pichincha* (Tesis de grado, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador). Recuperado de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4663/1/CD-4295.pdf>
- Albert, A., Varela, P., Salvador, A., Hough, G. & Fizman, S. (2011). Overcoming the issues in the sensory description of hot served food with a complex texture. Application of QDA, flash profiling and projective mapping using panels with different degrees of training. *Food Quality and Preference*. 22(5): 463-473.
- Albertó, E. (2008). *Cultivo intensivo de los hongos comestibles: Cómo cultivar champiñones, gírgolas, shiitake y otras especies*. Buenos Aires, Argentina: Hemisferio Sur.
- Alcalde, F. & Salgado, S. (2001). Manual para la producción de hongos comestibles del género *Pleurotus* spp. Bogotá D.C., Colombia: Centro Internacional de Agricultura orgánica (Fondo Editorial de Risaralda). Recuperado de <http://207.239.251.110:8080/jspui/bitstream/11348/4096/1/075.pdf>
- Alexopoulos, C. J., Mims, C. W. & Blackwell, M. M. (1996). *Introductory Mycology* (4ta ed.). New York, NY, USA: John Wiley & Sons.
- Aliaga, J. (1983). *Cultivo, propagación y beneficio del cacao*. Lima, Perú.
- Anzaldúa, A. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica*. Zaragoza, España: Acribia.

- Arcila, C., Loarca, E., Lecona, S. & Gonzales, E. (2004). *El orégano: Propiedades, composición y actividad biológica de sus componentes*. Recuperado de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=s0004-06222004000100015&script=sci_arttext.
- Ardila, C. & Carreño, S. C. (2011). *Aprovechamiento de la cáscara de cacao como adsorbente* (Tesis de pregrado, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia). Recuperado de <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2011/137849.pdf>
- Ardón, C. E. (2007). *La producción de los hongos comestibles* (Tesis de maestría, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala). Recuperado de http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/2043/07_1932.pdf
- Arévalo, E., Zuñiga, L. B., Arévalo, C. E. & Adriazola, J. (2004). *Cacao: Manejo integrado del cultivo y transferencia de tecnología en la Amazonía peruana*. Tarapoto, Perú: Instituto de Cultivos Tropicales (ICT).
- Asp, E. H. (1999). Factors affecting food decisions made by individual consumers. *Food Policy*, 24: 287-294.
- Bárcenas, P., Pérez, F. J. & Albisu, M. (2004). Projective mapping in sensory analysis of ewes milk cheeses: a study on consumers and trained panel performance. *Food Research International*, 37(7), 723-729. doi:10.1016/j.foodres.2004.02.015
- Beckett, S. T. (2000). *La Ciencia del chocolate*. Zaragoza, España: Acribia.
- Belitz, H. D. & Grosch, W. (2011). *Química de los alimentos*. Zaragoza, España: Acribia.
- Bello, J. (2000). *Ciencia bromatológica: Principios generales de los alimentos*. Madrid, España: Díaz de Santos.
- Benito, J. A. (1992). *Tecnificación del cacao en la selva alta peruana*. Lima, Perú: Fundación para el desarrollo del Agro (Fundeagro).

- Benito, J. A. (2009). *Manejo integrado del cultivo de cacao* (2da ed.). Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Folleto N°4 - 09. Lima, Perú.
- Braudeau, J. (1981). *El cacao: Técnicas agrícolas y producciones tropicales*. México, D.F., México: Blume.
- Calvo, L. (2001). Sistemática del género *Pleurotus* con énfasis en las especies cultivadas. En J. E. Sánchez & D. J. Royse (Eds.), *La biología y el cultivo de Pleurotus spp.* (pp. 71-79). Chiapas, México: Noriega Editores.
- Cardoso, J. C. P., Demenjour, P. L. M. M. & Paz, M. F. (2013). Cultivo do cogumelo comestível *Pleurotus ostreatus* em bagaço de bociuva e de cana de açúcar pela técnica jun-caó. *Evidência*, 13, 31-40.
- Casp, A. & Abril, J. (2003). *Proceso de conservación de alimentos* (2da ed.). Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Castro, B., Castells, P. & Martínez, E. (2010). Nutrición, cocina y gastronomía. En A. Gil, E. Martínez & J. Maldonado (Eds.), *Tratado de Nutrición: Composición y calidad nutritiva de los alimentos*, Tomo III (pp. 397- 410). Madrid, España: Panamericana.
- Cesare, O. (1983). *Técnicas para el cultivo del cacao*. Aucayacu, Perú: Proyecto especial Alto Huallaga.
- Chang, S. T. (2007). Mushroom cultivation using the “ZERI” principle: Potencial for application in Brazil. *Micología Aplicada Internacional*, 19(2), 33-34.
- Chang, S. T. & Miles, P. G. (2004). *Mushrooms: cultivation, nutritional value, medicinal effect and environmental impact*. EEUU: CRC Press.
- Chimey, C. A. & Chimey, J. C. (2008). *Cultivo y comercialización del hongo comestible “Shiitake” en estado fresco*. Perfil Plan de Negocio. Lima, Perú.

- Cho, S. B. (2005). *¿Qué es un hongo?* Manual del cultivador de hongos 1, Parte I: Hongos, Cap. 1: Introducción a los hongos. Recuperado de <http://www.hongoscomestibles-latinoamerica.com/P/P/oyster%20bien/capitulo%201%20pag%2001-04.pdf>
- Ciappini, M. C., Gatti, B. & López, M. L. (2004). *Pleurotus ostreatus*, una opción en el menú: Estudio sobre las gírgolas en la dieta diaria. *Invenio*, 7(12), 127-132.
- Codex Alimentarius - Normas internacionales de los alimentos. (1981). *Norma general para los hongos comestibles y sus productos*. CODEX STAN 38-1981. Recuperado de <http://www.codexalimentarius.org/standards/list-of-standards/es/?provide=standards&orderField=fullReference&sort=asc&num1=CODEX>
- Cohen, R., Persky, L. & Hadar, Y. (2002). Biotechnological applications and potential of wood-degrading mushrooms of the genus *Pleurotus*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 58, 582-594. doi: 10.1007/s00253-002-0930-y
- Condori, M. (2002). *Evaluación y optimización del tratamiento térmico del enlatado de habas verdes (Vicia faba L.)* (Tesis de pregrado inédita). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú.
- Cubero, N., Monferrer, A. & Villata, J. (2002). *Aditivos alimentarios*. Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Dairou, V. & Sieffermann, J. M. (2002). A comparison of 14 jams characterized by conventional profile and a quick original method, flash profile. *Journal of Food Science*, 67, 826–834. doi: 10.1111/j.1365-2621.2002.tb10685.x
- Das, N. & Mukherjee, M., 2007. Cultivation of *Pleurotus ostreatus* on weed plants. *Bioresource Technology*, 98, 2723-2726. doi: 10.1016/j.biortech.2006.09.061

- Dehlholm, C., Brockhoff, P. B., Meinert, L., Aaslyng, M. D. & Bredie, W. (2012). Rapid descriptive sensory methods-Comparison of Multiple Sorting, Partial Napping, Napping, Flash Profiling and conventional profiling. *Food Quality and Preference*, 26, 267-277. doi: 10.1016/j.foodqual.2012.02.012
- Delarue, J. & Sieffermann, J. M. (2004). Sensory mapping using Flash profile. Comparison with a conventional descriptive method for the evaluation of the flavour of fruit dairy products. *Food Quality and Preference*, 15(4), 383-392. doi: 10.1016/S0950-3293(03)00085-5
- De Michelis, A., Vullioud, M. & Rusalen, R. (2009). Experiencias en el manejo de *Pleurotus ostreatus* (hongo cultivo) para conservas. *Presencia*, 54, 28-31.
- Dostert, N., Roque, J., Cano, A., La Torre, M. I. & Weigend, M. (2012). *Hoja Botánica: Cacao. Theobroma cacao L.* Proyecto Perúbiodiverso. Recuperado de http://www.botconsult.com/downloads/Hoja_Botanica_Cacao_2012.pdf
- El Comercio (01 de junio de 2010). Chef chiclayano elabora recetario a base de hongos comestibles. Recuperado de <http://elcomercio.pe/gastronomia/peruana/chef-chiclayano-elabora-recetario-base-hongos-comestibles-noticia-488264>
- El Comercio (01 de noviembre de 2010). *Pródiga naturaleza: conozca más sobre los hongos comestibles peruanos*. Recuperado de <http://elcomercio.pe/gastronomia/peruana/prodiga-naturaleza-conozca-mas-sobre-hongos-comestibles-peruanos-noticia-660291>
- Enríquez, G. A. (1983). *La cura o beneficio del cacao*. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Departamento de Producción Vegetal.
- Enríquez, S. I. (2007). *Propuestas de mejora en la cosecha, postcosecha y proceso de beneficio del cacao* (Trabajo monográfico de grado inédito). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú.

- Escobar, J. (2002). Programa *Especial de Seguridad Alimentaria en coordinación INTECAP-FAO-PESA*. Cooperación Española. Jovotan. Recuperado de http://www.fao-sict.un.hn/documentos_interes/19_permacultura_aplicada.pdf
- Etaio, I. (2008). Agua. En V. M. Rodríguez y E. Simón (Eds.), *Bases de la alimentación humana* (pp. 210-223). La Coruña, España: Netbiblo.
- Fairbank, S. (18 de febrero de 1990). Setas en Mayaquiz. *Diario el Nuevo Día*. Puerto Rico. 15pp.
- Farré, R., Barberá, R. & Lagarda, M. J. (2010). Aditivos Alimentarios. En A. Gil y M. D. Ruiz (Eds.), *Tratado de Nutrición: Composición y calidad nutritiva de los alimentos, Tomo II* (pp. 429-452). Madrid, España: Panamericana.
- Fernandes, A., Barros, L., Martins, A., Herbert, P. & Ferreira, I. C. F. R. (2015). Nutritional characterization of *Pleurotus ostreatus* (Jacq. Ex Fr.) P. Kumm. Produced using paper scraps as substrate. *Food Chemistry*, 169, 396-400. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.08.027>
- Fernández, F. (2004). *Guía Práctica de Producción de Setas (Pleurotus spp.)*. Guadalajara, México: Fungitec Asesorías.
- Fernández, C., Manzano, G. & Calañas, A. (2005). Grasa alimentaria. C. Vázquez, A. I. De Cos & C. López (Eds.), *En Alimentación y nutrición: Manual teórico* (pp. 135-150). Madrid, España: Díaz de Santos.
- Fernández, J. & Bressani, R. (2000). Valor nutritivo de la cáscara de cacao en la alimentación animal. *Agricultura (GT)*, 3(31), 54-56.
- Flores, G. (2012). *Aprovechamiento del bagazo residual de Yuca spp. como sustrato para la producción de Pleurotus ostreatus spp.* (Tesis de postgrado, Instituto Politécnico Nacional, México). Recuperado de http://www.sepi.upibi.ipn.mx/Investigacion/Documents/tesis_2012/mc_gflores.pdf

- Fonseca, H., Del Águila, W. & Vidal, I. (2009). *Manual: Cacao orgánico del valle del Ene*. Proyecto: “Mejoramiento de la producción y productividad del cacao orgánico en la cuenca del río Ene - Satipo”. Proyecto especial Pichis Palcazú. Satipo, Perú.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (1998). Procesamiento a pequeña escala de frutas y hortalizas amazónicas nativas e introducidas. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/x5029s/X5029S00.htm#Contents>
- France, A., Cañumir, J. A. & Cortez, M. (2000). *Producción de hongos ostras*. Boletín INIA N°23. Chillán, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- Franco-Castillo, M., Ramírez-Hernández, M., García-Gómez, R. S., Bernal-González, M., Espinosa-Aquino, B., Solís-Fuentes, J. A. & Durán de Bazúa, C. (2010). Reaprovechamiento integral de residuos agroindustriales: Cáscara y pulpa de cacao para la producción de pectinas. *Revista Latinoamericana el Ambiente y las Ciencias*, 1(2), 45-66.
- Gaitán-Hernández, R., Salmones, D., Pérez Merlo, R. & Mata, G. (2006). *Manual Práctico del Cultivo de Setas: Aislamiento, siembra y producción* (1a ed., 2da reimp). Xalapa, México: Instituto de Ecología.
- Gamboa, J. G., Rojas, D. & Ramírez, E. de J. (2012). Calidad fisicoquímica y sensorial de queso tipo Manchego durante la maduración. *Revista Científica UDO Agrícola*, 12(4): 929-938. Recuperado de <http://www.bioline.org.br/pdf?cg12106>
- Padrón, G., Arias, E. M., Romero, J., Benavides, A., Zamora, J. & García, S. P. (2004). Efecto de la cáscara de cacao en la obtención de espumas de poliuretano para uso hortícola. Propiedades físicas y de biodegradabilidad. *Revista de la Sociedad Química de México*, 48(2):156-164.
- García, L. F. (2000). Grupos y Variedades de cacao. En M. Arca Bielick (Ed.), *El cultivo de cacao en la Amazonia peruana* (pp.15-26). Lima, Perú: Ministerio de Agricultura.

- García, M. (2007). *Cultivo de setas y trufas* (5ta ed.). Madrid, España: Mundi-Prensa.
- García, N. (2008). *Producción de setas comestibles y enzimas lacasas por fermentación en estado sólido de la pulpa de café con Pleurotus spp.* (Tesis doctoral). Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba.
- García, N., Bermúdez, R. C. & Serrano, M. (2011). Formulaciones de sustratos en la producción de setas comestibles Pleurotus. *Tecnología Química*, 31(3), 15-22.
- Garda, M. (2000). *Técnicas del manejo de alimentos*. Buenos Aires, Argentina: EUDEBA.
- Garzón, J. P. & Cuervo, J. L. (2008). *Producción de Pleurotus ostreatus sobre residuos sólidos lignocelulósicos de diferente procedencia*. NOVA, Publicación científica en ciencias biomédicas, 6(10), 101-236. Recuperado de http://www.unicolmayor.edu.co/invest_nova/NOVA/NOVA10_ARTORIG2_pleur.pdf
- Gil, A. (2010). *Pre-elaboración y conservación de alimentos*. Madrid, España: Ediciones Akal.
- Girón, C., Tortolero, J., Hermoso D. & González, I. (2001). *Efecto de diferentes residuos vegetales en la compostación de cáscaras de cacao*. *Agronomía Tropical*, 51(4): 549-562. Recuperado de http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at5104/art/giron_c.htm
- Gómez, J. M. (2003). Precocinados y platos preparados, elección del mejor sistema industrial de conservación. *Alimentación, equipos y tecnología*, 22(180), 43-47.

- Gómez, T., Hernández, M., López, J., Cabrera, R. S, Ramón, L. G., Juárez, J. M. & Ramírez, E de J. (2010). Caracterización sensorial del queso fresco “cuajada” en tres localidades de Oaxaca, México: diferencias en la percepción sensorial. *Ciencia y Tecnología de Alimentos* 1(2): 127-140. Recuperado de http://www.rvcta.org/Publicaciones/Vol1Num2/ArchivosV1N2/Gomez-Alvarado_et_al._RVCTA-V1N2.pdf
- Grodzinskaya, A., Infante, D. & Piven, N. (2002). Cultivo de hongos comestibles utilizando desechos agrícolas e industriales. *Agronomía tropical*, 52(4), 427-447.
- Guardoño, L. M. (2012) *Optimización de la formulación de una salsa apta para calentar en microondas: Estudio químico y microestructural* (Tesis de posgrado, Universidad Politécnica de Valencia, España). Recuperado de <https://riunet.upv.es/handle/10251/15758>
- Guàrdia, M. D., Ana P. S., Aguiar, A. P. S., Claret, A., Arnau, J. & Guerrero, L. (2010). Sensory characterization of dry-cured ham using free-choice profiling. *Food Qual Pref*, 21: 148-155.
- Hadar, Y., Kerem, Z. & Gorodecki, B. (1993). Biodegradation of lignocellulosic agricultural wastes by *Pleurotus ostreatus*. *Journal of Biotechnology*, 30, 133-139.
- Hardy, F. (1960). *Manual del cacao*. Turrialba, Costa Rica: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas.
- Hawksorth, D. L. (1991). The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation. *Mycological Research*, 95, 641-655.
- Hernández, R. A. & López, C. L. (s.f). *Evaluación del Crecimiento y Producción de Pleurotus ostreatus sobre diferentes residuos agroindustriales del departamento de Cundinamarca* (Tesis de grado inédita). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, D. C., Colombia. Recuperado de <http://repository.javeriana.edu.co/bitstream/10554/8275/1/tesis257.pdf>

- Hernández, M., López, J., Gómez, T., Santiago, R., Ramón, L. G., Delgado, F. K., Shain, A. J. Huante, Y. & Ramírez, E. de J. (2010). Comparación de la descripción sensorial del queso fresco “cuajada” mediante el análisis descriptivo cuantitativo y el perfil flash. *Ciencia y Mar*, 14(42), 3-12.
Recuperado de <http://www.umar.mx/revistas/42/4201-01.pdf>
- Herrera, I. L. (1965). *Proyecto de una planta Piloto para la extracción de teobromina* (Tesis de grado inédita). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Herrera, T. & Ulloa, M. (1990). *El reino de los hongos: Micología básica aplicada*. México, D.F: Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Heyman, B., Depypere, F., Delbaere, C. & Dewettinck, k. (2010). Effects of non-starch hydrocolloids on the physicochemical properties and stability of a commercial béchamel sauce. *Food engineering*, 99(2):115-120.
doi:10.1016/j.jfoodeng.2010.02.005
- Hughes, C. (1994). *Guía de aditivos*. Zaragoza, España: Acribia.
- International Cocoa Organization (ICCO). (2014). *Informe anual 2012/2013*. Recuperado de <http://www.icco.org/about-us/icco-annual-report.html>
- Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. (1974a). *ALMIDONES O FÉCULAS ÁCIDO-MODIFICADOS*. NTP 209.082:19974 (Revisado el 2013). Lima, Perú: Autor.
- Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. (1974b). *GLUTAMATO MONOSÓDICO MONOHIDRATADO PARA USO DOMÉSTICO E INDUSTRIAL* (1a ed.). NTP 209.039 (Revisado el 2010). Lima, Perú: Autor.

Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. (1974c). *HONGOS COMESTIBLES Y SUS PRODUCTOS DERIVADOS*. NTP 209.063:1974 (Revisado el 2012). Lima, Perú: Autor.

Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. (1976). *ESPECIAS Y CONDIMENTOS. Ajo deshidratado*. NTP 209.124:1976 (Revisado el 2010). Lima, Perú: Autor.

Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. (1981). *PRODUCTOS LIOFILIZADOS. Cebolla liofilizada*. NTP 209.159:1981 (Revisado el 2012). Lima, Perú: Autor.

Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. (1985). *SALSAS CONDIMENTADORAS. Requisitos generales*. NTP 209.224:1985 (Revisado el 2012). Lima, Perú: Autor.

Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. (1991). *ESPECIAS Y CONDIMENTOS. Mostaza preparada. Requisitos*. NTP 209.034:1991 (Revisado el 2010). Lima, Perú: Autor.

Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. (1999a). *CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS. Aditivos alimentarios. Parte 1: Definición, clasificación y requisitos*. NTP 201.048-2:1999. Lima, Perú: Autor.

Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. (1999b). *CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS. Especies y condimentos. Nomenclatura*. NTP 201.049:1999. Lima, Perú: Autor.

Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. (2000). *LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche en polvo. Requisitos* (3a ed.). NTP 202.005:2000. Lima, Perú: Autor.

- Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. (2006). *SAL PARA CONSUMO HUMANO*. NTP 209.015:2006. Lima, Perú: Autor.
- International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF). (1998). *Ecología Microbiana de los productos alimentarios*. Zaragoza, España: Acribia.
- Jaramillo, S. & Albertó, E. (2013). Heat treatment of wheat Straw by immersion in hot water decreases mushroom yield in *Pleurotus ostreatus*. *Revista Iberoamericana de Micología*, 30, 125-129.
Recuperado de <http://www.reviberoammicol.com/2013-30/125129.pdf>
- Kobayashi, M. L. & Benassi, M. T. (2012). Sensory characterization of commercial soluble coffees by Flash Profile. *Semina: Ciencias Agrarias*, 33(2): 3081-3092.
doi: 10.5433/1679-0359.2012v33Supl2p3081
- Labarère, J. & Bois, F. (2001). La conservación y el uso de los recursos genéticos de *Pleurotus* spp. En J. E. Sánchez & D. J. Royse (Eds.), *La biología y el cultivo de Pleurotus spp.* (pp. 85-118). Chiapas, México: Noriega Editores.
- Levanon, D., Danai, O. & Masaphy, S. (1988). Chemical and Physical Parameters in Recycling Organic Wastes for Mushroom Production. *Biological Wastes*, 26, 341-348.
- Lindsay, R. (2008). Aditivos alimentarios. En S. Damodaran, K. L. Parkin & O. R. Fennema (Eds.), *FENNEMA: Química de los alimentos* (3a ed.) (pp. 685-745). Zaragoza, España: Acribia.
- Magae, Y., Kakimoto, Y., Kashiwagi, Y. & Sasaki, T. (1995). Fruiting body formation from regenerated mycelium of *Pleurotus ostreatus* protoplasts. *Applied and environmental Microbiology*, 49: 441-442.

- Manzi, P., Gambelli, L., Marconi, S., Vivanti, V. & Pizzoferrato, L. (1999). Nutrients in edible mushrooms: An inter-species comparative study. *Food Chemistry*, 65(4), 477-482. doi:10.1016/S0308-8146(98)00212-X
- Marco, I. & Meyer, R. (1983). Elaboración de frutas y hortalizas: Área industrias rurales. México D.F., México: Trillas.
- Marín, J. (2000). Manejo integrado de enfermedades en el cacao. En M. Arca (Ed.), *El cultivo de cacao en la Amazonia peruana* (pp.59-82). Lima, Perú: Ministerio de Agricultura.
- Martínez, P. N., Garzón, J. E., Henao, W. & Guarnizo, A. (2008). Evaluación de la producción del hongo *Pleurotus ostreatus* cultivado sobre los residuos derivados de la producción comercial del culmo de la guadua angustifolia kunth. *Tumbaga*, 1(3), 43-53. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3993632>
- Meier, M. (12 de diciembre de 2011). Las propiedades alimenticias y medicinales en cáscara del cacao. *El Comercio*. Recuperado de <http://elcomercio.pe/gastronomia/peruana/propiedades-alimenticias-medicinales-cascara-cacao-noticia-1346865>
- Mejía, L. A. & Arguello, O. (2000). Tecnología para el mejoramiento del sistema de producción de cacao. *Publicaciones Corpoica 2000*, 21-140.
- Mérida, J. (2014). *Procesado de alimentos*. Madrid, España: Madrid Vicente.
- Michel, A., Otero, M. & Díaz, E. (2010). *Manual Producción de hongos comestibles Pleurotus spp.* Recuperado de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4663/1/CD-4295.pdf>
- Ministerio de Agricultura (MINAG). (2012). *Manual de manejo técnico de cacao blanco de Piura*. Lima, Perú: Dirección General de Competitividad Agraria.

- Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). (2013). *Cacao, Perú: Un campo fértil para sus inversiones y el desarrollo de sus exportaciones*. Lima, Perú: Dirección general de Competitividad Agraria.
- Mojica, J. & Molano, C. (2006). *Prueba de determinación de carbono total y nitrógeno total en el capacho de uchuva, la cáscara de arveja y la tusa de mazorca*. Laboratorio Químico Analítica de Agua, E.U.. Marzo, 2. Bogotá, Colombia.
- Moon, B. & Lo, Y. M. (2013). Conventional and novel applications of edible mushrooms in today's food industry. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38(5), 2146-2153. doi: 10.1111/jfpp.12185
- Muez, M. A. & Pardo, J. (2001). La preparación del sustrato. En J. E. Sánchez & D. J. Royse (Eds.), *La biología y el cultivo de Pleurotus spp.* (pp. 159-184). Chiapas, México: Noriega Editores.
- Multón, J. L. (Ed.). (2000). *Aditivos y auxiliares de fabricación en las industrias agroalimentarias* (2da ed.). Zaragoza, España: Acribia.
- Muller, H. G. & Tobin, G. (1986). *Nutrición y ciencia de los alimentos*. Zaragoza, España: Acribia.
- Naranjo, M., Euán, G., Villanueva, C., Munguía, B., Pereira, F., Madera, T. & Toledo, V. (2007). *Utilización de maltodextrinas de Vigna unguiculata L. Walp y evaluación de su efecto en la elaboración de un pastel pimiento bajo en grasa*. CNCTC07-17. Recuperado de <http://memorias-coloquio-carnes-2007.yolasite.com>
- Nishinari, K. (2006). Polysaccharide rheology and in-mouth perception. En A. M. Stephen, G. O. Phillips & P.A. Williams (Eds.), *Food polysaccharides and their applications* (2da ed.) (pp. 541-588). Boca raton, EEUU: CRC Press.

- Norma mexicana. (1983). *Alimentos, especias y condimentos - orégano*. NMX-F 429. Recuperado de <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-429-1983.PDF>
- Nosti, J. (1963). *Cacao, café y té*. Barcelona, España: Salvat Editores.
- Oei, P. (2003). *Mushroom cultivation: Techniques. Species and opportunities for commercial application in developing countries* (3a ed.). Tool Publications, Amsterdam, The Netherlands: Backhuys Publishers.
- Omarini, A., Nepote, V., Grosso, N., Zygadlo, J. A. & Albertó, E. (2010). Sensory analysis and fruiting bodies characterisation of the edible mushrooms *Pleurotus ostreatus* and *Polyporus tenuiculus* obtained on leaf waste from essential oil production industry. *International Journal of Food Science & Technology*, 45, 466-474. doi: 10.1111/j.1365-2621.2009.02147.x
- Palacios, C. (2000). *Producción Comercial de la Seta Comestible Pleurotus ostreatus* (Trabajo monográfico de grado inédito). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú.
- Paltrinieri, G., Figuerola, F. & Rojas, L. (1993). *Procesamiento de frutas y hortalizas mediante métodos artesanales y de pequeña escala*. Santiago de Chile, Chile: Food and Agriculture Organization (FAO).
- Pangborn, R. M., Gibbs, Z. M. & Tassan, C. (1978). Effect of hydrocolloids on apparent viscosity and sensory properties of selected beverages. *Journal of Texture Studies*. 9(4): 415-436. doi: 10.1111/j.1745-4603.1978.tb01216.x
- Parra, D. & Sánchez, L. (2005). Aspectos fitosanitarios: El control de la moniliasis en el cacao. *INIA Divulga* 6, 23-26. Recuperado de <http://www.capecve.org/buscador/archivos/37.pdf>
- Pedrero, D. L. & Pangborn, R. M. (1989). *Evaluación sensorial de los alimentos: Métodos analíticos*. México, D.F., México: Alhambra Mexicana.

- Prescott, J. (1998). Comparison of taste perceptions and preferences of Japanese and Australian consumers: overview and implications for cross-cultural sensory research. *Food Quality and Preference* 9(6): 393-402.
- Ragunathan, R., Gurusamy, R., Palaniswamy, M. & Swaminathan, K. (1996). Cultivation of *Pleurotus* spp. on various agro-residues. *Food chemistry*, 55(2), 139-144.
- Ramírez, E de J., Ramón, L. G., Huante, Y., Shaín, A. J., Bravo, H. R. & Martínez, C. (2009). Caracterización sensorial del camarón ahumado (*Litopenaeus vannamei*) mediante la técnica perfil flash. *Ciencia y Mar* 13(38): 27-34. Recuperado de http://www.umar.mx/revistas/38/Camaron_ahumado-CyM-038.pdf
- Ramírez, E de J., Ramón, L. G., Camacho, M. A., Reyes, V., Rodríguez, M. & Shaín, A. J. (2010). Correlación entre el perfil descriptivo cuantitativo y perfil flash de hamburguesas de pescado barrilete negro (*Euthynnus lineatus*). *Nacameh* 4(2): 55-68. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3646516>
- Ramírez, E de J., Paz, E. & Nogueira, H. (2011). Caracterización sensorial y análisis de las preferencias de los consumidores de frituras tipo chips de malanga (*Colocasia esculenta*). *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 2(2): 277-292. Recuperado de http://www.rvcta.org/Publicaciones/Vol2Num2/ArchivosV2N2/Ramirez-Rivera_et_al._RVCTA-V2N2.pdf
- Rason, J., Léger, L., Dufour, E. & Lebecque, A. (2006). Relations between the know-how of small scale facilities and the sensory diversity of traditional dry sausages from the Massif Central in France. *European Food Research and Technology* 222(5-6): 580-589.
- Reinbach, H. C., Giacalone, D., Machado, L., Bredie W. & Born, M. (2013). Comparison of three sensory profiling methods based on consumer perception: CATA, CATA with intensity and Napping. *Food Quality and Preference*, 32, 160-166. doi: 10.1016/j.foodqual.2013.02.004

- Rimache, M. (2008). *Cultivo del cacao: Colección de cultivos tropicales*. Lima, Perú: Macro.
- Ríos, M., Hoyos, J.L. & Mosquera, S.A. (2010). Evaluación de los parámetros productivos de la semilla de *Pleurotus ostreatus* propagada en diferentes medios de cultivo. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-35612010000200012&script=sci_arttext
- Rivadeneira, M. (2009). *Desarrollo de un Aderezo a base de champiñones y especias eecas y estudio de su tratamiento térmico* (Tesis de grado, Escuela Politécnica Superior del Litoral, Guayaquil, Ecuador). Recuperado de <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/11415>
- Rodríguez, G. (2007). Cultivo de hongos comestibles: Un sistema productivo que se afianza en la Patagonia. *Fruticultura & Diversificación* 52, 10-15. Recuperado de http://inta.gob.ar/documentos/fruticultura-diversificacion-no-52/at_multi_download/file/F%26D_52.pdf
- Rodríguez, N. (s/f). *Manejo de residuos en la agroindustria cafetera*. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/acodal/xxx.pdf>
- Rodríguez, N. & Jaramillo, C. (2004). *Cultivos de hongos comestibles del género Pleurotus sobre residuos agrícolas de la zona cafetera*. Centro Nacional de Investigaciones de Café “Pedro Uribe Mejía” (CENICAFÉ). Recuperado de <http://www.cenicafe.org/es/publications/bot027.pdf>
- Romero, A. M., Rodríguez, A. S. & Pérez, R. (s.f). *Pleurotus ostreatus: Importancia y tecnología de cultivo*. Recuperado de http://www.bibliociencias.cu/gsd/collect/revistas/import/Pleurotus_ostreatus_cultivo.pdf
- Roupas, P., Keogh, J., Noakes, M., Margetts, C. & Taylor, P. (2012). *Journal of Functional Foods*, 4, 687-709. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jff.2012.05.003>

- Salas, N., Bazán, D., Cornejo, O., Osorio, A., Bravo, M., Lengua, R., Becerra, E., Carhuanchu, H. & Aguirre, R. (2004). Estudio del valor nutricional y propiedades fisicoquímicas y bioquímicas de *Pleurotus ostreatus*. *Rev. Per. Quím. Ing. Quím*, 7(2), 40-44.
- Sánchez, J. E. & Royse, D. J. (2001a). Crecimiento y fructificación. En J. E. Sánchez & D. J. Royse (Eds.), *La biología y el cultivo de Pleurotus spp.* (pp. 49-67). Chiapas, México: Noriega Editores.
- Sánchez, J. E. & Royse, D. J. (2001b). La importancia del cultivo de *Pleurotus spp.* Estadísticas mundiales de producción, con énfasis en Hispanoamérica. En J. E. Sánchez & D. J. Royse (Eds.), *La biología y el cultivo de Pleurotus spp.* (pp. 17-26). Chiapas, México: Noriega Editores.
- Sancho, J., Bota E. & De Castro, J. J. (1999). *Introducción al análisis de los alimentos*. Barcelona, España: Universidad de Barcelona.
- Shashirekha, M., Rajarathnam, S. & Bano, Z. (2005). Effects of supplementing rice straw growth substrate with cotton seeds on the analytical characteristics of the mushroom, *Pleurotus florida* (Block & Tsao). *Food Chemistry*, 92(2), 255-259. doi: 10.1016/j.foodchem.2004.07.034
- Sikora, M., Badrie, N., Deisingh, A. K. & Kowalski, S. (2008). Sauces and dressings: A review of properties and applications. *Food science on nutrition*, 48(1):50-77. doi: 10.1080/10408390601079934
- Soto, O., Saucedo, G., Pablos, J. L., Gutiérrez, M. & Favela, E. (1999). Effect of substrate composition on the mycelial growth of *Pleurotus ostreatus*. An analysis by mixture and response surface methodologies. *Process Biochemistry*, 35, 127-133.
- Stamets, P. & Chilton, J. S. (1983). *The mushroom cultivator: A practical guide to growing mushrooms at home*. Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/42320840/Stamets-The-Mushroom-Cultivator-Psilocybin-Agar-Ikon-1983#scribd>

- Stone, H. & Sidel, J. L. (2004). *Sensory evaluation practices* (3ra ed.). California, Estados Unidos: Academic Press.
- Talledo, G. (1998). Hongos y champiñones: Conservación de hongos. *Agro Enfoque*, Setiembre 98, 11-13. Lima, Perú.
- Tarea, S., Civelier, G. & Sieffermann, J. M. (2007). Sensory evaluation of the texture of 49 commercial apple and pear purees. *Journal of Food Quality*, 30:1121-1131.
doi: 10.1111/j.1745-4557.2007.00174.x
- Terhaag, M. M. & Benassi, M. (2010). Perfil Flash: uma opção para análise descritiva rápida. *Brazilian Journal of Food Technology*, 6, 140-151.
doi: 10.4260/BJFT201114E000117.
- Thamke, I., Dürschmid, K. & Rohm, H. (2009). Sensory description of dark chocolates by consumers. *LWT-Food Science and Technology* 42, 534-539.
doi: 10.1016/j.lwt.2008.07.006
- Tshinyangu, K. K. & Hennebert, G. L. (1995). Effects of synthetic nutrient carriers on the fruiting of *Pleurotus ostreatus* Var. *Columbinus*. *Bioresource Technology*, 54, 249-254.
- Tuchán, O. (2004). *Evaluación del efecto de la pulpa de café (Coffea arábica) en el incremento de la eficiencia biológica de la cepa INIREB-8 de Pleurotus ostreatus utilizando cáscara de cacao (Theobroma cacao) y bambú (Bambusa vulgaris var. Striata) como sustrato* (Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala). Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2112.pdf
- Upadhyay, R. C. (2011). Oyster mushroom cultivation. En M. Singh, B. Vijay, S. Kamal & G. C. Wakchaure (Eds.), *Mushrooms cultivation, marketing and consumption* (pp. 129-138). Solan, India: Directorate of Mushroom Research (ICAR).
Recuperado de <http://www.nrcmushroom.org/book-cultivation-merged.pdf>

- Urquhart, D. H. (1962). *Cocoa* (2da ed., 2da reimp.). Gran Bretaña: Western Printing Services LTD Bristol.
- Varela, P. & Ares, G. (2012). Sensory profiling, the blurred line between sensory and consumer science: A review of novel methods for product characterization. *Food Research International*, 48, 893-908. doi: 10.1016/j.foodres.2012.06.037
- Varnam, A. L. & Sutherland, J. P. (1994). *Bebidas: Tecnología y microbiología*. Zaragoza, España: Acribia.
- Vedder, P. J. C. (1986). *Cultivo Moderno del Champiñón* (2da reimp). Madrid, España: Mundi-prensa.
- Walstra, P. & Van Vliet, T. (2010). Sistemas disperso: Consideraciones básicas. En S. Damodaran, K. L. Parkin & O. R. Fennema (Eds.), *FENNEMA: Química de los alimentos* (3a ed.) (pp. 779-846).
- Wang, D, Sakoda, A. & Suziki, M. (2001). Biological efficiency and nutritional value of *Pleurotus ostreatus* cultivated on spent beer grain. *Biosource Technol*, 78, 293-300.
- Watts, B. M., Ylimaki, G. L., Jeffery, L. E. & Elias, L. G. (1992). *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos*. Ottawa, Canadá: Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo.
- Wood, G. A. (1982). *Cacao*. México, D.F., México: Compañía editorial Continental.
- Yang, W., Guo, F. & Wan, Z. (2013). Yield and siz of oyster mushroom grown on rice/ wheat straw basal substrate supplemented with cotton seed hull. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 20, 333-338. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sjbs.2013.02.006>
- Yang, X. M. (2000). Cultivation of Edible Mushroom. *China Agriculture Press*, p. 36. Beijing, China.

Yildiz, S., Yildiz, Ü.C., Gezer, E.D. & Temiz, A., (2002). Some lignocellulosic wastes used as raw material in cultivation of the *Pleurotus ostreatus* culture mushroom. *Process Biochemistry*, 38, 301-306.

VIII. ANEXOS

Anexo I: Análisis fisicoquímico y proximal del *Pleurotus ostreatus*

 **Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.**
JR. ALMIRANTE GUISSÉ N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com / Página web: www.satperu.com

INFORME DE ENSAYO N° DT-03646-01-2014

PRODUCTO : Hongo fresco comestible
SOLICITADO POR : Llaja Yomona De Huaman Asunta
DIRECCIÓN : N° Mz. M Int. Lt. 17 Sector 6 Grupo 11 (Paralela Av. Arriba Perú) Villa El Salvador - Lima - Lima
FECHA DE RECEPCIÓN :
FECHA DE ANÁLISIS :
FECHA DE INFORME :
SOLICITUD N° : SDT-06916-2014

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : Ninguna
ESTADO / CONDICIÓN : Producto fresco / Refrigerado
PRESENTACIÓN : Bolsa de polietileno transparente cerrado sin litografiar
CANTIDAD DE MUESTRA : 300 Gramos
CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMIENTE : Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Vía / Resultado
(*) Carbohidratos (g/100g)	4,28
(*) Ceniza (g/100g)	1,15
(*) Energía total (kcal/100g)	33,06
(*) Grasa (g/100g)	0,34
(*) Humedad (g/100g)	91,01
(*) Proteína ((Nx6.25) g/100g)	3,22

(*) LOS MÉTODOS INDICADOS NO HAN SIDO ACREDITADOS POR INDECOPI-SNA

MÉTODOS

(*) Carbohidratos	: Por Cálculo
(*) Ceniza	: AOAC 940.26A (2005) Cap.37, Ed. XVIII, Pág. 7, Ash of Fruits and Fruit Products
(*) Energía total	: Por Cálculo
(*) Grasa	: AOAC 920.177 (2005) Cap. 44, Ed. XVIII, Pág. 24, Ether extract of confectionary
(*) Humedad	: AOAC 971.28 (2005) Cap. 42, Ed. XVIII, Pág. 11, Solids (Total) in Frozen Spinach
(*) Proteína	: AOAC 920.152 (2005) Cap. 37, Ed. XVIII, Pág. 10, Protein in fruit products, Kjeldahl Method

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra proporcionada. Queda prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización escrita de SAT S.A.C. Este documento es válido solo en original.


QUIMI CLOTILDE HUAPAYA HERRERO
JEFE DIVISIÓN TÉCNICA
C.Q.P. N° 296



Anexo II: Análisis fisicoquímico y proximal de salsa a base de *Pleurotus ostreatus*



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE GUISE Nº 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com / Página web: www.satperu.com

INFORME DE ENSAYO Nº DT-02905-01-2015

PRODUCTO	: Salsa con trozos de hongo comestible
SOLICITADO POR	: Lajja Yomona De Huaman Asunta
DIRECCIÓN	: Nº Mz. M Int. Lt. 17 Sector 6 Grupo 11 (Paralela Av. Arriba Perú) Villa El Salvador - Lima - Lima
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2015-06-09
FECHA DE ANÁLISIS	: 2015-06-09
FECHA DE INFORME	: 2015-06-15
SOLICITUD Nº	: SDT-05587-2015

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	: F.P: 09/06/2015 Declarado por el cliente
ESTADO / CONDICIÓN	: Producto denso / Temperatura Ambiente
PRESENTACIÓN	: Frasco de vidrio cerrado con tapa metálica, sin litografiar, sin etiqueta.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 400 Gramos
CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMIENTE	: Ninguna (A solicitud del cliente)

Servicio	Vía / Resultado
(*) Carbohidratos (g/100g)	12,08
(*) Ceniza (g/100g)	1,68
(*) Energía total (kcal/100g)	90,28
(*) Grasa (g/100g)	3,08
(*) Humedad (g/100g)	79,60
(*) pH (-)	5,03
(*) Proteína ((Nx6.25) g/100g)	3,56

(*) LOS METODOS INDICADOS NO HAN SIDO ACREDITADOS POR INDECOPI-SNA

MÉTODOS

(*) Carbohidratos	: Por Cálculo
(*) Ceniza	: AOAC 940.26A (2005) Cap.37, Ed.XVIII, Pág. 7, Ash of Fruits and Fruit Products
(*) Energía total	: Por Cálculo
(*) Grasa	: AOAC 920.172 (2005) Cap. 43, Ed. XVIII, Pág. 7, Ether Extract of prepared mustard, Gravimetric Method
(*) Humedad	: NTP 209.253 (1986) (Revisada 2010), Especias y Condimentos, Mostaza preparada, Métodos de ensayo.
(*) pH	: AOAC 981.12 (2012) Chap. 42, Ed. XIX, Pag. 2, pH of Acidified Foods
(*) Proteína	: AOAC 920.152, 19th, Ed. (2012), Protein in fruit products, Kjeldahl Method

- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Válido únicamente para la muestra proporcionada. Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización escrita de SAT S.A.C. Este documento es válido solo en original.



QUIM. CLOTILDE HUAPAYA HERREROS
JEFE DIVISIÓN TÉCNICA
C.Q.P. Nº 296



Anexo III: Análisis microbiológico de salsa a base de *Pleurotus ostreatus*

	Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C. JR. ALMIRANTE GUISSÉ Nº 2580 (2586 - 2568 - 2574) LIMA - LIMA - LINGE TELÉFONO: 206-9280 E-mail: satperu@satperu.com ; divisiontecnica@satperu.com web: www.satperu.com	
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INDECOPI - SNA CON REGISTRO Nº LE-009		
INFORME DE ENSAYO Nº DT-02905-02-2015		
PRODUCTO	: Salsa con trozos de hongo comestible	
SOLICITADO POR	: Laja Yomona De Huaman Asunta	
DIRECCIÓN	: Nº Mz. M Int. Lt. 17 Sector 6 Grupo 11 (Paralela Av. Arriba Perú) Villa El Salvador - Lima - Lima	
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2015-06-09	
FECHA DE ANÁLISIS	: 2015-06-09	
FECHA DE INFORME	: 2015-06-15	
SOLICITUD Nº	: SDT-05587-2015	
<hr/>		
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	: F.P: 09/06/2015 Declarado por el cliente	
ESTADO / CONDICIÓN	: Producto denso / Temperatura Ambiente	
PRESENTACIÓN	: Frasco de vidrio cerrado con tapa metálica, sin litografiar, sin etiqueta.	
CANTIDAD DE MUESTRA	: 400 Gramos	
CANTIDAD DE MUESTRA DIRIMIENTE	: Ninguna (A solicitud del cliente)	
<hr/>		
Servicio	Vía / Resultado	
Coliformes Bacterias Numeración (NMP/g)	<3	
Hongos: Levaduras Numeración. (ufc/g)	<10Est	
Hongos: Mohos Numeración. (ufc/g)	<10Est	
<hr/>		
MÉTODOS		
Coliformes Bacterias Numeración	: ICMSF (1983) Vol.1, 2ª Ed., Pág. 132-134 (Traducción versión original 1978) Reimpreso 2000 en castellano (Ed. Acribia), Bacterias Coliformes, Recuento de Coliformes Técnico del Número más Probable (NMP), Método 1 (Norteamericano).	
Hongos: Levaduras Numeración.	: ICMSF (1983) Vol. 1, 2da. Ed. Pag. 166-167, (Traducción versión original 1978). Reimpresión 2000 en Castellano (Ed. Acribia) Recuento de mohos y levaduras, Método de Recuento de levaduras y mohos por siembra en placa en todo el medio.	
Hongos: Mohos Numeración.	: ICMSF (1983) Vol. 1, 2da. Ed. Pag. 166-167, (Traducción versión original 1978). Reimpresión 2000 en Castellano (Ed. Acribia) Recuento de mohos y levaduras, Método de Recuento de levaduras y mohos por siembra en placa en todo el medio.	
<small>- Informe de ensayo emitido en base a resultados obtenidos en nuestro laboratorio. Valido unicamente para muestra proporcionada. No debe ser utilizado como Certificado de Conformidad. Queda absolutamente prohibida toda reproducción parcial del presente informe sin la autorización escrita de SAT S.A.C. Este documento es valido solo en original.</small>		
 QUIM. CLOTILDE HUAPAYA HERRERROS JEFE DIVISIÓN TÉCNICA C.Q.P. Nº 296		
		

Anexo IV: Galería de figuras

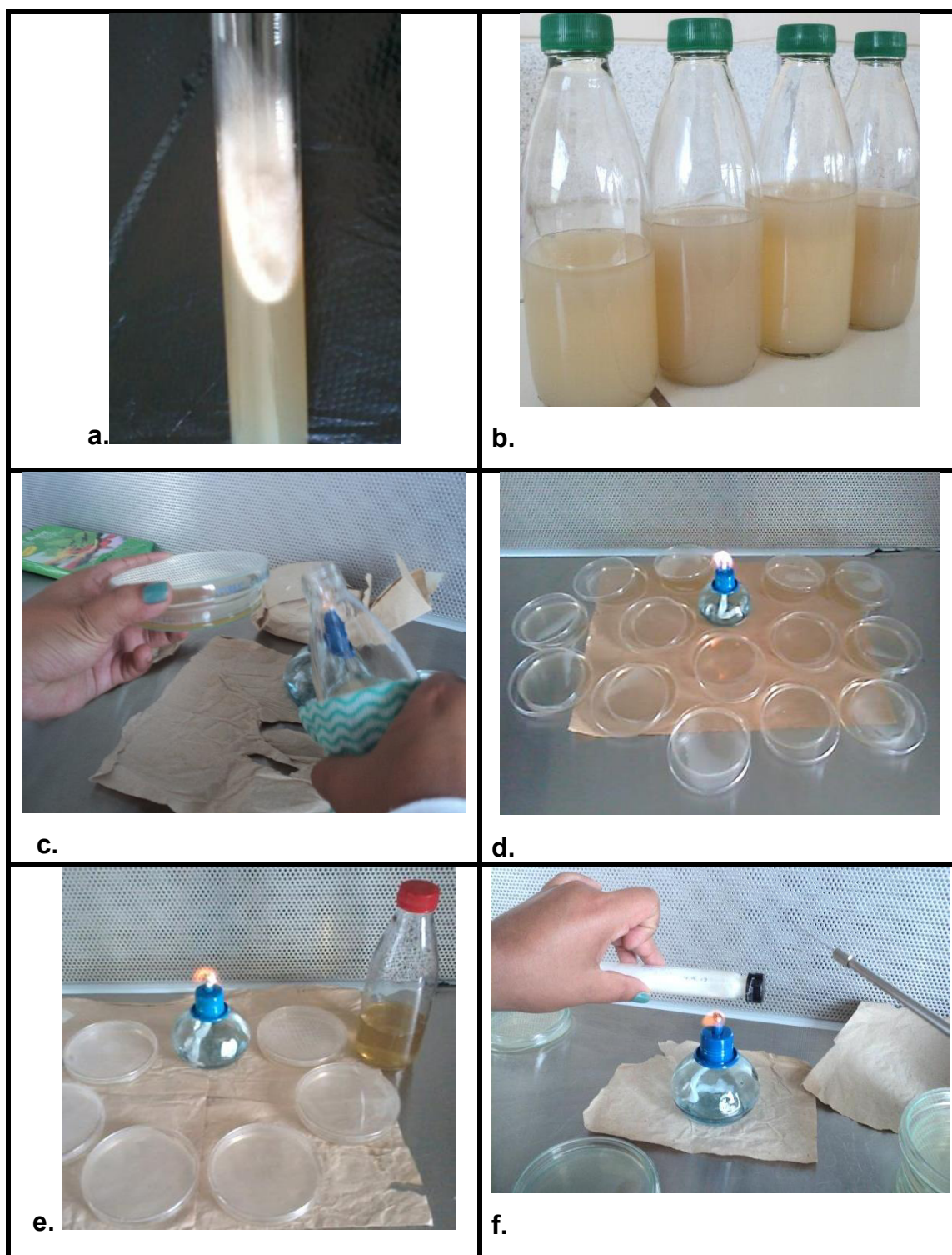


Figura 26: Obtención de la cepa madre y multiplicación del micelio
a. Cepa madre, b. Agar papa dextrosa (APD), c. Distribución de APD en
placas de Petri, d. y e. Placas de Petri con medio de cultivo solidificado y
f. Multiplicación del micelio a partir de la cepa madre

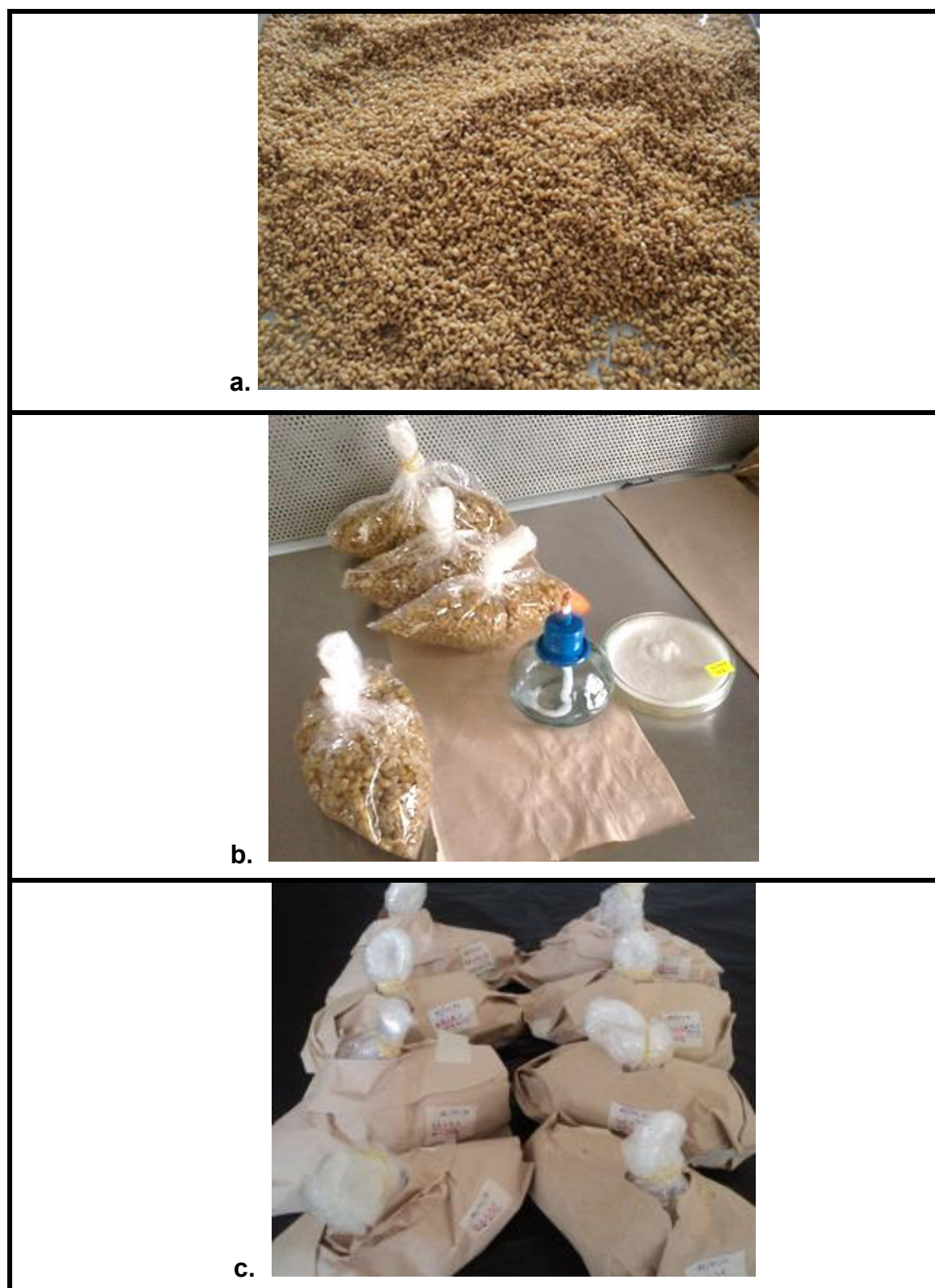


Figura 27: Elaboración de inóculo

**a. Granos de trigo cocidos, b. Material listo para elaboración de inóculo y
c. Inóculo primario listo para incubación**



Figura 28: Obtención, preparación y tratamiento térmico del sustrato

a. Obtención de mazorcas de cacao, b. Picado del sustrato, c. Sustrato después de la preparación (inmersión en agua), d. Sustrato mezclado con aditivos, e. Sustrato embolsado y f. Sustrato listo para esterilizar

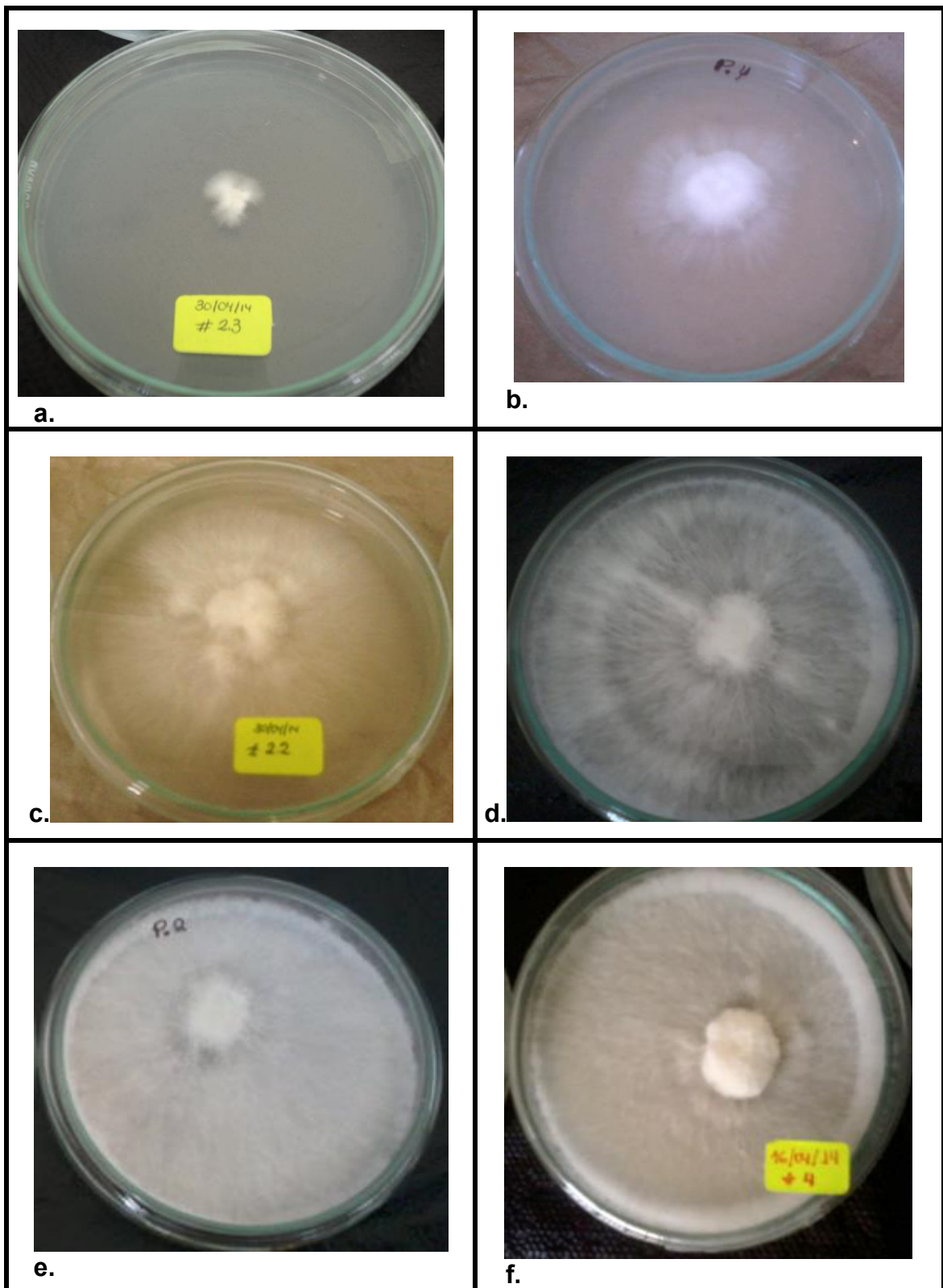
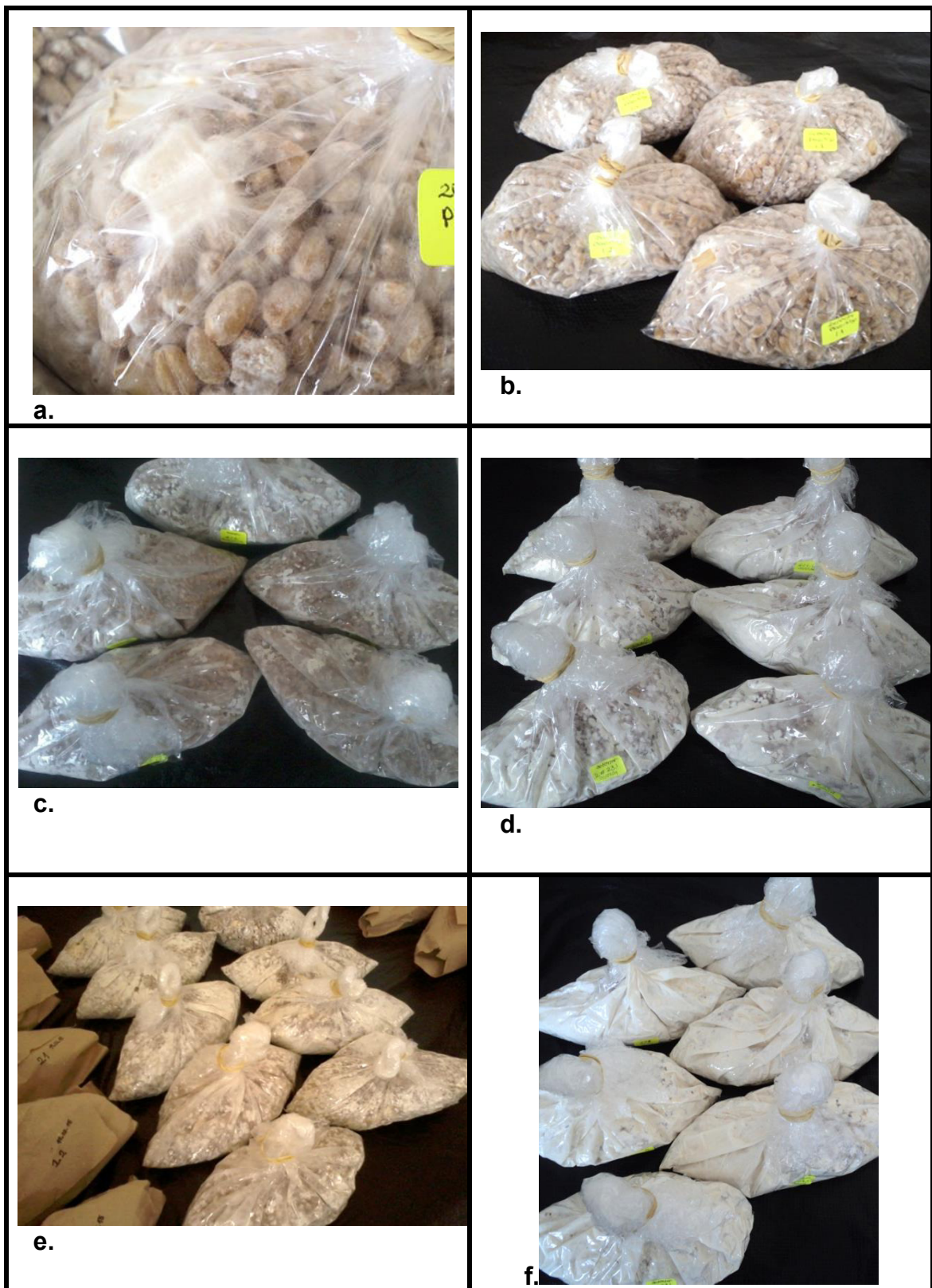


Figura 29: Resultados - Multiplicación de la cepa madre, crecimiento del micelio

**a. Crecimiento del micelio día 1, b. Día 2, c. Día 3, d. Día 4, e. Día 6 y
f. Día 8, crecimiento completo del micelio en la Placa de Petri**



**Figura 30: Resultados - Elaboración de inóculo, crecimiento del micelio
sobre granos de trigo**

a. Día 1, b. Día 2, c. Día 4, d. Día 8, e. Día 10 y f. Día 12, crecimiento completo

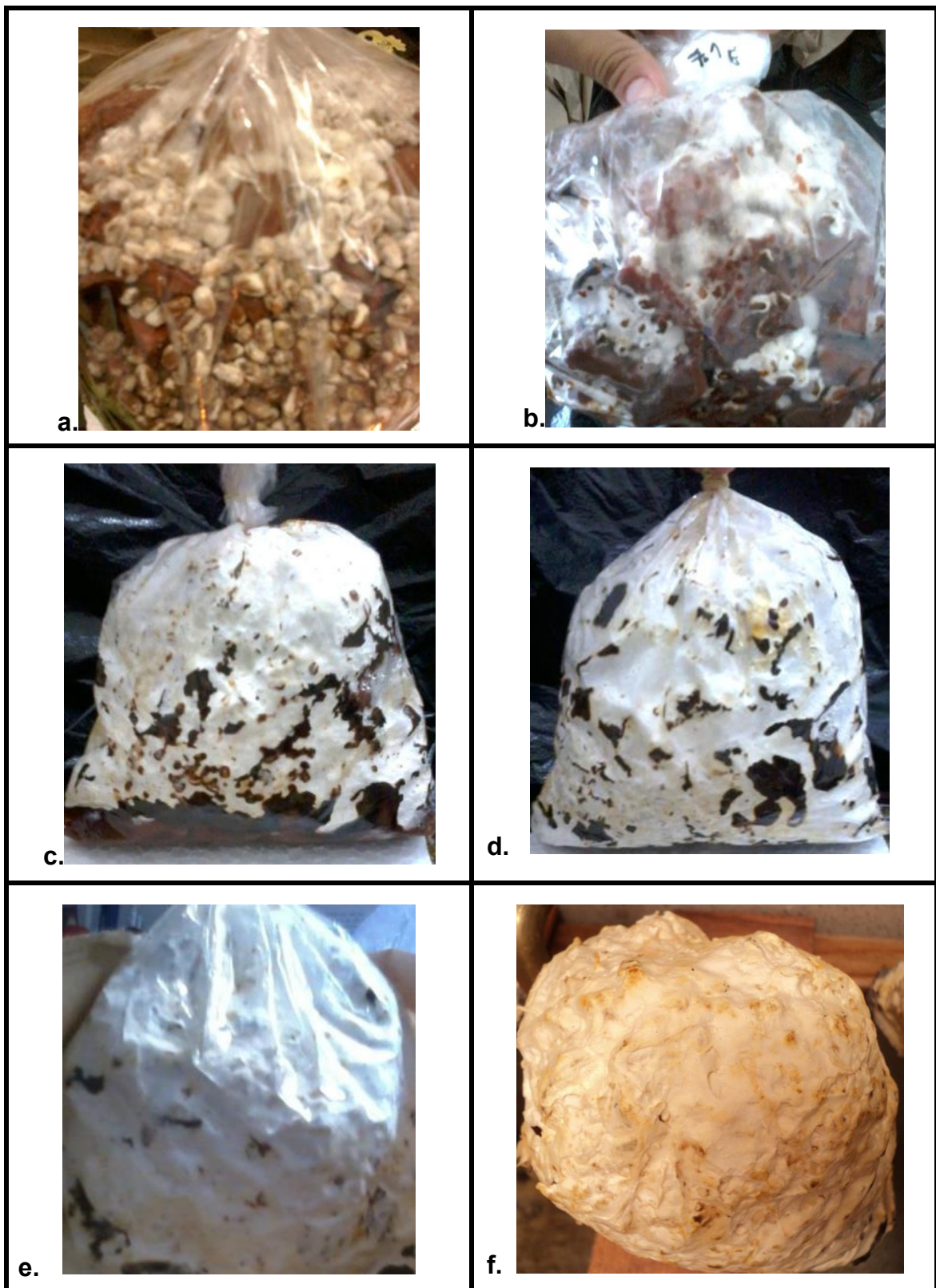


Figura 31: Resultados - Obtención, preparación, tratamiento térmico e inoculación del sustrato

a. Día 2, b. Día 7, C. Día 12, d. Día 17, e. Día 22 y f. Bloque en fructificación



Figura 32: Etapa de fructificación del *Pleurotus ostreatus*

a. Aparición de primordios, b. Crecimiento de primordios, día 2, c. Primordios, día 3, d. Desarrollo de primordios, día 3, e. Desarrollo de carpóforos, día 5 y f. Basidiocarpos o carpóforos listos para cosecharse



Figura 33: Caracterización sensorial de salsa a base de *Pleurotus ostreatus* mediante el Perfil Flash

a. Picado de *Pleurotus ostreatus*, b. Muestras de salsa para evaluación, c. Presentación de muestras durante evaluación sensorial, d. Desarrollo de técnica Perfil Flash, e. Perfil Flash - 1º sesión y f. Perfil Flash - 2º sesión

**Anexo V: Fichas de Evaluación utilizadas en el desarrollo de la técnica Perfil
Flash**

FICHA DE EVALUACIÓN N°1

Nombre: _____ **Fecha:** _____

Edad : _____

INSTRUCCIONES DE CATA DE SALSA CON HONGOS

Hoy evaluará 5 salsas con hongos:

- Por favor, observa, huele y prueba las muestras de una en una, intentando recordar sus características.
- Compáralas y céntrate en las características que las diferencian.
- Haz una lista de los atributos sensoriales de apariencia, olor, sabor o textura que tú consideras que diferencian a las muestras.
- Estamos interesados en tu opinión personal, no hay respuestas correctas o incorrectas.

1.	16.
2.	17.
3.	18.
4.	19.
5.	20.
6.	21.
7.	22.
8.	23.
9.	24.
10.	25.
11.	26.
12.	27.
13.	28.
14.	29.
15.	30.

Muchas Gracias!

FICHA DE EVALUACIÓN N°2

Nombre: _____ **Fecha:** _____

Producto: Salsa con hongos

INSTRUCCIONES DE CATA DE SALSA CON HONGOS

Frente a usted tiene cinco productos. Por favor, pruebe cada uno de los productos y coloque los códigos de las muestras en la escala de intensidad según su criterio. Marque una línea vertical sobre la línea horizontal para cada muestra e indique el número que presenta el producto, se permiten empates. Recuerde tomar un poco de agua entre muestra y muestra.

<u>Atributo</u>	<u>Ordenación creciente</u>
1.	- <-----> +
2.	- <-----> +
3.	- <-----> +
4.	- <-----> +
5.	- <-----> +
6.	- <-----> +
7.	- <-----> +
8.	- <-----> +

¡Muchas Gracias!

Anexo VI: Uso del software estadístico R

Abrir R y cargar paquetes Rcmdr y FactoMineR como se observa en la figura 34.

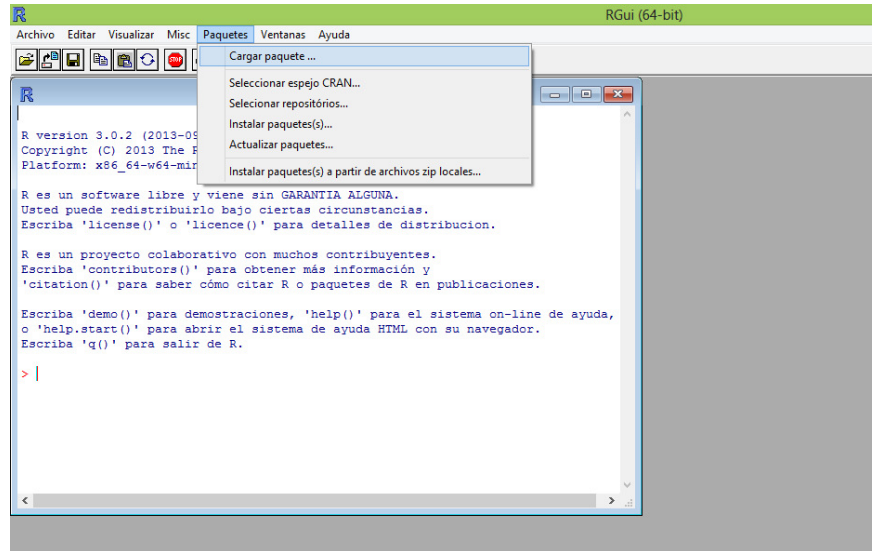


Figura 34: Paso 1- Cargar paquetes Rcmdr y FactoMineR

Como se muestra en la figura 35, se debe copiar los datos de Excel y llevarlos al Rcomander (Rcmdr).

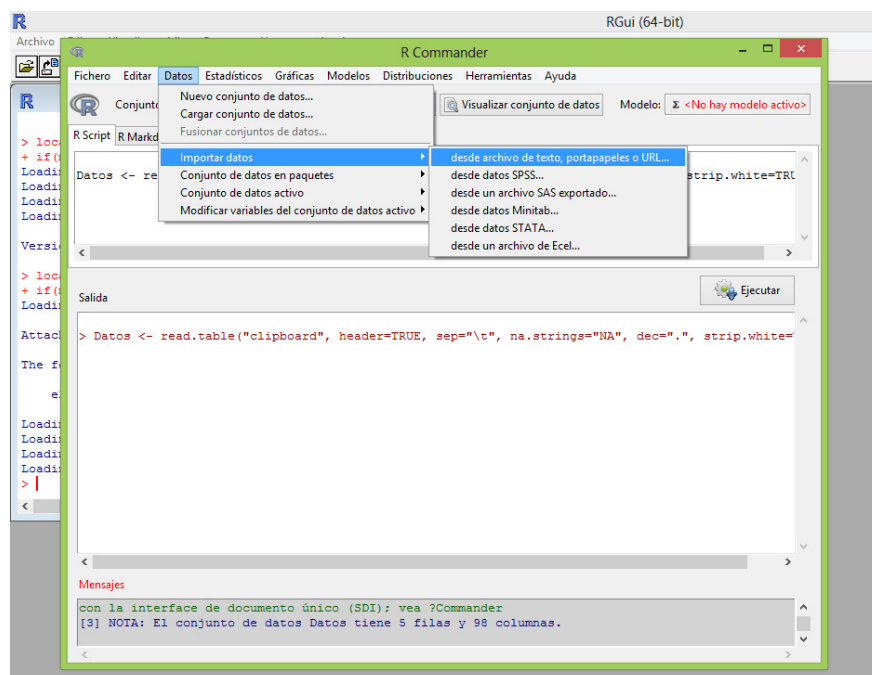


Figura 35: Paso 2- Importar datos de Excel

Aparecerá una ventana, donde en el ítem **Separador de campos** se debe elegir la opción Tabuladores. En el ítem Carácter decimal elegir la opción Punto [.] y Aceptar. Ir a la pestaña Datos, Conjunto de datos activo, Establecer nombre de casos y luego eliminar el término **MUESTRAS**. Escribir en la consola: **GPares<-GPA(Datos, group = c((números de atributos por cada juez separados entre comas))),** como se muestra en la figura 36.

```

R Console
+ if(nchar(pkg)) library(pkg, character.only=TRUE))
Loading required package: car
Loading required package: ellipse
Attaching package: 'ellipse'
The following object is masked from 'package:car':
    ellipse
Loading required package: lattice
Loading required package: cluster
Loading required package: scatterplot3d
Loading required package: leaps
> local(pkg <- select.list(sort(.packages(all.available = TRUE)),graphics=TRUE))
+ if(nchar(pkg)) library(pkg, character.only=TRUE))
> local(pkg <- select.list(sort(.packages(all.available = TRUE)),graphics=TRUE))
+ if(nchar(pkg)) library(pkg, character.only=TRUE))
Loading required package: splines
Loading required package: knitr
Loading required package: markdown
Versión del Rcmdr 2.0-0
> GPares<-GPA(Datos, group = c(6,3,4,5,5,4,3,8,5,5,4,5,4,4,6,5,5,6,4,6))

```

Figura 36: Paso 3- Codificación en la consola

Finalmente se obtiene el gráfico (figura 37).

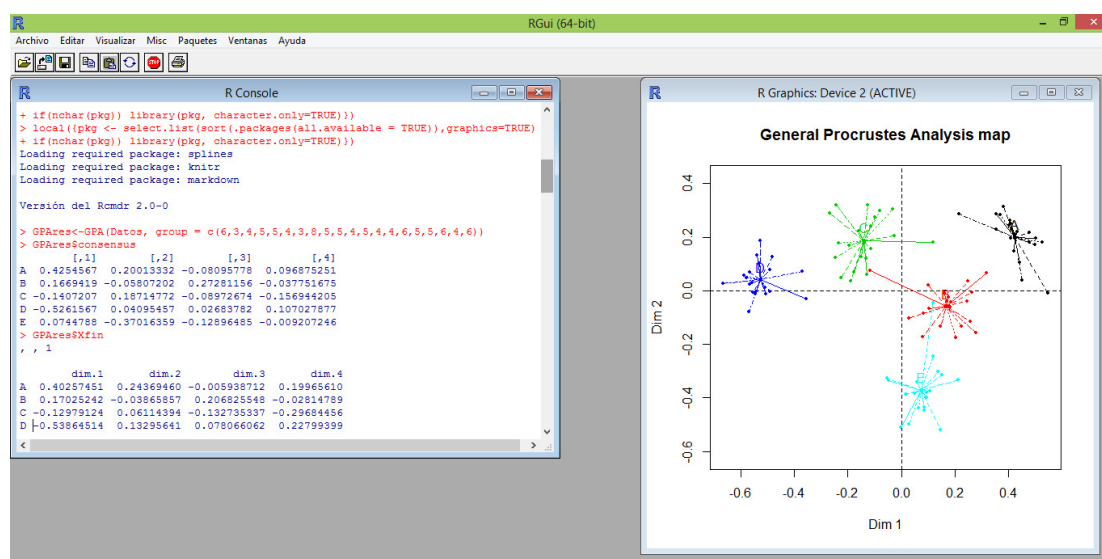


Figura 37: Paso 4- Obtención de la gráfica del AGP